ORTAÖĞRETİM

FEN LİSESİ

KİMYA 9

DERS KİTABI

Yazarlar

Uzm. Öğrt. Ali Birol ERTEKİN
Uzm. Öğrt. Atila KURT
Onursal DEMİRBAŞ
Sezgin ERKUŞ



DEVLET KİTAPLARI

BİRİNCİ BASKI

........................., 2019

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ....: 7019
DERS KİTAPLARI DİZİSİ ....: 1172

Hazırlayanlar

Editör
Prof.Dr. Sibel TUNÇ

Dil Uzmanı
Feridun SAĞOL

Program Geliştirme Uzmanı
İlke SÖKMEN

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Uğur ALTUN

Rehberlik ve Gelişim Uzmanı
Onur TEKŞEN

Görsel Tasarım Uzmanları
Meryem ÖZDEMİRCİ
Seval AKSEL

Grafik Tasarım Uzmanı
Sema KARACA

ISBN 978-975-11-4940-4

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 18.04.2019 gün ve 8 sayılı kararı ile ders kitabı olarak kabul edilmiş, Destek Hizmetleri Genel Müdürlüğünün 28.05.2019 gün ve 10443977 sayılı yazısı ile birinci defa 85.550 adet basılmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

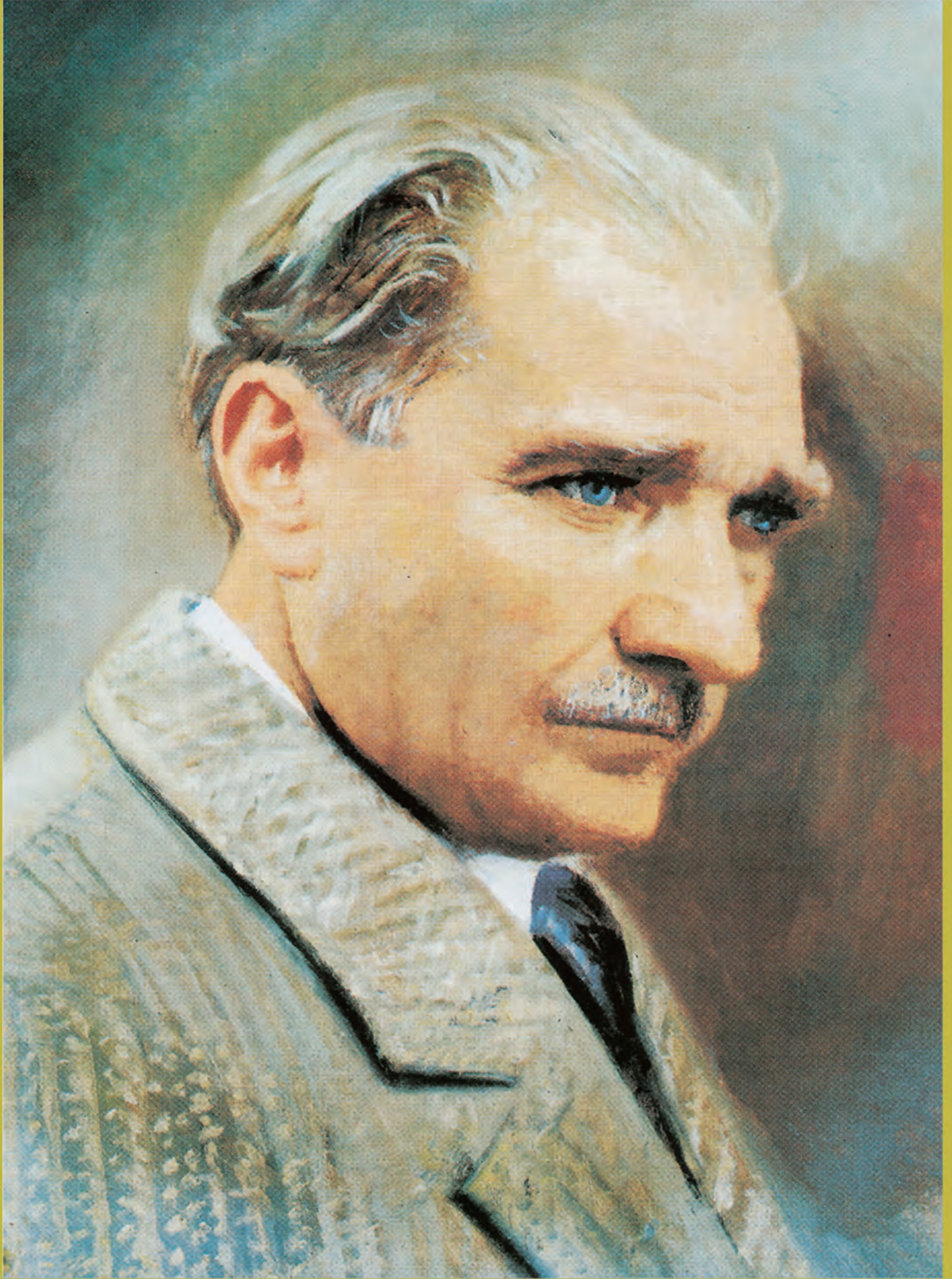
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

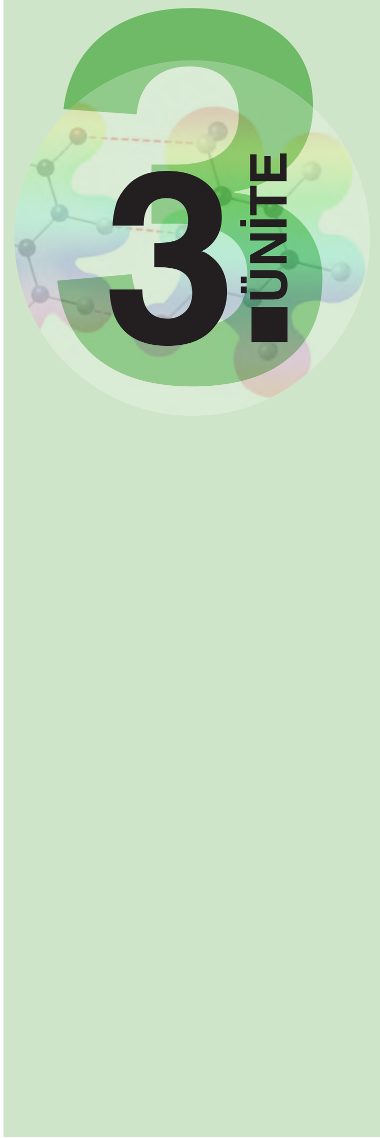
Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER



KİMYASAL TÜRLER ARASI ETKİLEŞİMLER 103



MADDENİN HÂLLERİ 141


5
ÜNİTE

KİTABIN TANITIMI

Ünite sayısı ve adını gösterir.

Ünitenin bölümlerini gösterir.



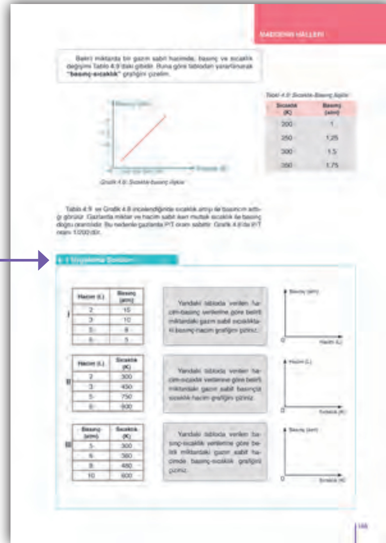
Etkileşimli kitap, video, ses, animasyon, uygulama, oyun, soru vb. ilave kaynaklara ulaşabileceğiniz karekodu gösterir. Daha fazlası için http://ogmmateryal.eba.gov.tr

Her ünitenin sonunda kazanımların daha iyi öğrenilmesi için tanılayıcı dallanmış ağaç tekniğinde, boşluk doldurma, doğru-yalnış soruları; açık uçlu ve çoktan seçmeli sorular vardır.

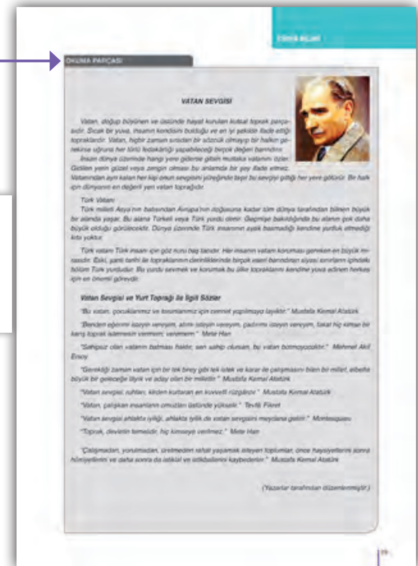


Ünitenin içinde geçen önemli kavramlar ve terimler

Öğrencilerin ünitenin işlenişi sonrasında ulaşmaları hedeflenen bilgi ve beceri düzeyini ifade eder.



Konuların daha iyi anlaşılmasını sağlamak ve günlük hayatla ilişkisini görmek amacıyla okuma parçaları verilmiştir.



Konunun daha iyi kavranması için uygulma sorularına yer verilmiştir.

Bölümlerin sayısını gösterir.

Bölümlerin adını gösterir.

Konunun pekiştirilmesi amacıyla örnek çözümlerinden sonra alıştırmalar verilmiştir.

Kazanımlar özelliklerine göre a, b, c gibi alt başlıklarda verilmiştir.

Konunun daha iyi kavranması için çözümlü soru örnekleri verilmiştir.

Konu ile ilgili maddelerin formüllerini içerir.

Öğrenilen konu ile ilgili bireysel ya da grup hâlinde yapılabilecek etkinlikler verilmiştir.

Ünite kazanımları görsellerle desteklenmiştir.

Ünite sonu pekiştirme çalışmalarının cevap anahtarı verilmiştir.

Kazanımların en iyi şekilde anlaşılması için konu anlatımları verilmiştir.

GÜVENLİK İŞARETLERİ

ISI GÜVENLİĞİ Yapılacak işlemde çok sıcak bir yüzeyin veya ısıtıcının olduğunu gösterir. El, ayak ve diğer organların yanmaması için ısıya dayanıklı eldiven kullanılmalıdır.	**ELEKTRİK GÜVENLİĞİ** Yapılacak işlemlerde elektriği şehir hattından kullanmak gerektiğini, güç kaynağı kullanırken iletken kısımlara dokunmanın tehlikeli olacağını belirtir.
GÖZ GÜVENLİĞİ Deneye başlamadan önce gözlük takma gerektiğini belirtir. Gözlüksüz çalışılırsa göz sağlığı için zarar vericidir.	**ÇEVREYE ZARARLI (EKOTOKSİK)** Su ve doğadaki canlılara zarar vericidir. Su ve doğaya kontrolsüz atılmamalıdır.
ELBİSE GÜVENLİĞİ Laboratuvar deneylerinde kullanılan malzemelerin elbiselere sıçrayarak kıyafetleri aşındırıcı etkisinden korunmak için önlük veya tulum kullanılmasının uygun olacağını gösterir.	**KOROZİF (AŞINDIRICI)** Metalleri ve canlı dokuları aşındırabilen maddelerdir. Deriye ve göze hasar verir. Göz ve deriyi korumak için önlemler alınmalıdır.
TOKSİK (ZEHİRLİ) MADDE GÜVENLİĞİ Uygulanacak işlemlerde zehirli kimyasal maddenin bulunduğunu belirtir. Bu maddeleri kullanırken gerekli önlemler alınmalıdır.	**TOKSİK (ZEHİRLİ)** Ağız, deri ve solunum yolu ile zehirlenmelere neden olur. Kanserojen etki yapabilir. Vücut ile temas ettirilmemelidir. Zehirlenme belirtileri görüldüğünde tıbbi yardım alınmalıdır.
KESİCİ/DELİCİ CİSİM GÜVENLİĞİ Yapılacak işlemlerde kesici/delici gereçlerin kullanıldığını ve işlemler sırasında yaralanmalara yol açabileceğini belirtir.	**RADYOAKTİF** Radyasyona neden olur. Canlı dokularına kalıcı hasar veren kanserojen etki yapar. Bu işaretin bulunduğu yerlerden uzak durulmalıdır.
SICAK CİSİM GÜVENLİĞİ Yapılacak işlemde bir ısıtıcı ya da sıcak bir yüzeyin olduğunu gösterir.El, ayak ve diğer organların yanmaması için özen gösterilmelidir.	**OKSİTLEYİCİ, YAKICI MADDE** Havasız ortamda bile yanabilir. Yanabilen maddelerle karıştırılırsa patlayabilir. Tutuşturucularla teması önlenmelidir.
KIRILABİLİR CAM GÜVENLİĞİ Cam malzemelerin kırılabileceğini gösterir. Cam malzemelerin aşırı ısıtılmaması ve ani sıcaklık değişimlerine maruz kalmaması sağlanmalıdır.	**PATLAYICI** Kıvılcım, ısınma, alev, vurma, çarpma ve sürtünmeye maruz kaldığında patlayabilir. Ateş, kıvılcım ve ısıdan uzak tutulmalıdır.
YANGIN GÜVENLİĞİ Yapılacak işlemlerde yangın çıkmaması için gerekli önlemlerin alınması gerektiğini ifade eder.	**TAHRİŞ EDİCİ** Alerjik deri reaksiyonlarına neden olur. Ozon tabakasına zarar verebilir. Vücuda ve göze temasından kaçınılmalıdır. Koruyucu giysi giyilmelidir.

1 ÜNİTE
KİMYA BİLİMİ



ÜNİTE BÖLÜMLERİ

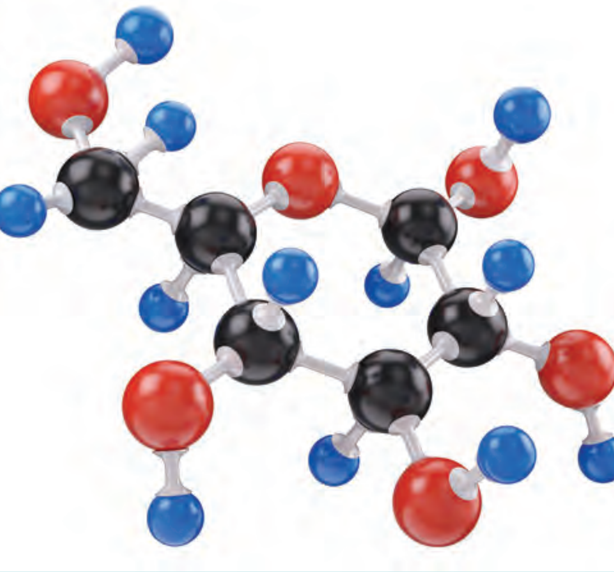
1.1. SİMYADAN KİMYAYA

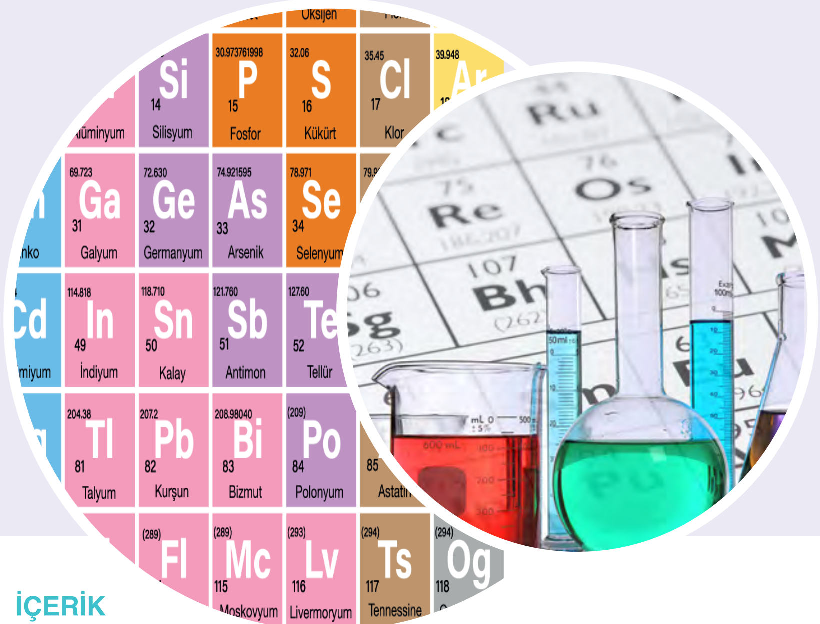
1.2. KİMYA DİSİPLİNLERİ VE KİMYACILARIN ÇALIŞMA ALANLARI

1.3. KİMYANIN SEMBOLİK DİLİ

1.4. KİMYA UYGULAMALARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Doğada görülen ve kullanılan çok sayıda madde bulunmaktadır. Maddenin yapısı eski çağlardan beri insanların ilgisini çekmiş ve madde yapısı sürekli sorgulanmıştır. Bu ünitede kimyanın bilim olma süreci, kimya ve ilgili alanları, kimyanın sembolik dili, kimya uygulamalarındaki iş sağlığı ve güvenliği kuralları öğrenilecektir.





ANAHTAR KAVRAMLAR

- Bileşik
- Bilim İnsanı
- Element
- Formül
- Kimya
- Laboratuvarda Güvenlik
- Madde
- Sembol
- Simya

İÇERİK

- Kimyanın bilim olma süreci
- Kimya ve kimyacıların günümüzdeki çalışma alanları
- Kimya projelerinin bilim, toplum, teknoloji, çevre ve ekonomiye katkıları
- Günlük hayatta sıklıkla etkileşimde bulunulan elementlerin adlarının sembolleriyle eşleştirilmesi
- Bileşik formüllerinin adlarıyla eşleştirilmesi
- Kimya laboratuvarında uyulması gereken iş sağlığı ve güvenliği kuralları
- Kimyasal maddelerin insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkileri
- Kimya laboratuvarında kullanılan bazı temel malzemeler

1. BÖLÜM

SİMYADAN KİMYAYA

- *Kimyanın bilim olma sürecine etki eden teoriler ve deneysel çalışmalar nelerdir?*
- *Simya ile kimya bilimi arasındaki farklar nelerdir?*
- *Simya döneminde keşfedilip günümüzde kullanılan araç, gereç ve yöntemler nelerdir?*

BİLGİ KUTUSU

*Kimyanın bilim olmadan önce yapılan çalışmalarına **simya** denir.*

1.1.1. Kimyanın Bilim Olma Süreci

Kimyanın bilim olması süreçleri; simya öncesi dönem, simya dönemi, geleneksel dönem ve modern kimya dönemidir.

Simya öncesi dönem; kimyanın bilinen tarihi gelişimi simya öncesi dönem olan Antik Mısır Dönemi'nde başlamıştır. MÖ 2000'li yıllarda Mısırlıların bazı kimyasal yöntemler kullanarak kozmetik tozlar ürettikleri bilinmektedir. MÖ 1700'lerde Babilliler demir, bakır, altın, cıva, gümüş gibi metalleri tanımlamış ve bu metalleri resim ve figürlerle göstermişlerdir.

Simya döneminde, simyacılar daha çok Aristo'nun fikirlerinden etkilenmişlerdir. MÖ 300'lü yıllarda ilk defa simyacılar değersiz metallerden altın elde etmek için filozof taşını (felsefe taşı) üretmeye çalışmışlardır.



Resim 1.1: Simya döneminde kullanılan malzemeler

13. yüzyılda simya tüm Avrupa kıtasında yaygın bir hâle gelmiştir. Dönemin önemli bilim insanlarından Raymundus Lullus (Raymond Lull) İngiltere Kralı tarafından İngiltere'ye değersiz metallerden altın üretmesi için davet edilmiştir. Simya döneminde simyacıların araştırmaları aracılığıyla birçok laboratuvar tekniği geliştirilmiş, çeşitli element ve bileşikler keşfedilmiştir (Resim 1.1).

Geleneksel kimya dönemi, 17. yüzyıl sonunda başlayıp 19. yüzyıl başlarına kadar sürmüştür. Johann Joachim Becher (Yohen Yoahim Bekır) 17. yüzyıl ortalarında yanma ile ilgili filojiston kuramını geliştirmiştir. Bu kuram daha sonra Georg Ernst Stahl (Görg Ernst Ştal) tarafından yaygınlaştırılmıştır. 18. yüzyılın büyük bir kısmında bu kuram kabul görmüştür.



Resim 1.2: Modern kimya döneminde laboratuvar deneyleri

Filojiston Kuramı 18. yüzyılın sonlarında Antonie Laurent de Lavoisier (Antuan Loren dö Lavuaziye) tarafından çürütülmüştür. Lavoisier, yaptığı deneylerle yanma olayının oksijen gazıyla gerçekleştiğini ispatlamıştır. 1803 yılında John Dalton (Con Daltın) ilk kez İngiliz Kraliyet Enstitüsü'nde atom teorisini sunmuştur. Modern kimya; bu dönem 19. yüzyıl ve sonrasını kapsar. A. L. Lavoisier Kütlenin Korunumu Yasası'nı bularak, simya dönemini sonlandırıp modern kimya dönemini başlatmıştır (Resim 1.2).

a) Simya ile Kimya Bilimi Arasındaki Farklar

İnsanlığın ilk dönemlerinde yaşayan bireyler hayatlarını sürdürebilmek için ihtiyaçlarını nasıl karşılamışlardır? Eski çağ insanlarının yerinde olsaydınız çevrenizdeki maddelerden nasıl faydalanırdınız? Bütün canlılarda olduğu gibi insanlarda beslenme, barınma ve güvenlik temel ihtiyaçlar arasında yer almaktadır. Bu ihtiyaçlarını karşılayabilmek için insanlar sınama-yanılma yoluyla birçok maddenin nasıl kullanılacağını keşfetmişlerdir. Kimya biliminden önceki dönemlerde sınama-yanılma yolu ile birçok madde, araç gereç ve yöntem keşfedilmiştir. Keşif arayışları, eski çağlardan günümüze kadar süregelmiştir.

BİLGİ KUTUSU

Sınama-yanılma yöntemi: Bir maddeyi, bir uygulamayı teorilere bağlı kalmadan uygulamalarla deneyerek sonunda ortaya çıkacak, olumlu ve olumsuz sonuçları gözlemlemek ve bir sonuca ulaşmaktır.

Tarih boyunca insanlar ihtiyaçlarını karşılamak için doğada var olan olayları gözlemlemiş ve maddeleri kullanmışlardır. Örneğin yıldırım ve volkanlardan çıkan lavların meydana getirdiği yangınlar, insanların ateşi keşfetmesini sağlamıştır. Yiyecekleri pişirmek için ateşi, barınmak amacıyla doğadaki malzemeleri, saklama kapları yapmak için toprağı kullanmışlardır. Topraktan yapılmış kaplar (testi, çanak, çömlek, anfora gibi) günümüzde hâlâ kullanılmaktadır.

Ateş yardımıyla demir, bakır, kalay gibi metalleri eritip çeşitli araç ve silahlar üretmişlerdir. Metalleri eritip karıştırarak daha fazla özelliği olan alaşımlar oluşturmuşlardır. Taşlardan, ağaçlardan, metallerden çeşitli av araçları yapılmıştır. İnsanlar hastalıklardan korunmak için şap ($KAl(SO_4)_2.12H_2O$, potasyum alüminyum sülfat dodekahidrat) (Resim 1.3), göz taşı ($CuSO_4.5H_2O$, bakır(II) sülfat pentahidrat) (Resim 1.4) gibi maddeleri kullanmışlar; tedavi amacıyla rezene, maydanoz, ısırgan otu, safran gibi bitkilerden yararlanmışlardır.



Resim 1.3: Şap $KAl(SO_4)_2.12H_2O$



Resim 1.4: Göz taşı $CuSO_4.5H_2O$

İnsanlar bitkileri tedavi amaçlı kullandıktan sonra ölüme de çare aramışlardır. Lokman Hekim ölümsüzlük iksiri arayan simyacıların öncülerindendir. Ölüme çare olarak düşünülen ölümsüzlük iksiri bulunamamış ancak sınama-yanılma yoluyla elde edilen bilgiler bazı hastalıkların tedavisinde kullanılmıştır.

Kumaş ve birçok eşyanın boyanmasında bitkilerden elde edilen kökboyalar kullanılmıştır. Ayrıca insanlar gıda maddelerinin daha uzun süre dayanması için çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Örneğin insanlar kayısı, incir, üzüm gibi gıdaları kükürt ile ağartarak kurutmuşlardır (Resim 1.5 ve Resim 1.6).



Resim 1.5: Kükürt



Resim 1.6: Kükürt ile ağartılmış kayısı, incir, üzüm

OKUMA PARÇASI

SİMYA DÖNEMİNDE DERİ VE PARFÜM ÜRETİMİ

Mısırlılar ham deriyi çok ince ve dayanıklı bir şekilde sepilemeyi (tabaklamayı) biliyorlardı. Bu amaçla akasya tohumu kabuğu, bazı ağaçların kabuk ve gövdesi kullanılıyordu. Deriler özel biçimli bakır bıçaklarla kazınarak temizleniyordu. İnce deriler kırmızı, sarı ve yeşil renklere boyanıyordu. Beyaz deri ise yazı yazmada parşömen olarak kullanılıyordu. Ham deriyi tabaklama için tuz, şap, kireç, sirkeli demir pası, bakır(II) sülfat, demir(II) sülfat, mazı özü gibi sepi maddeleri kullanılıyordu.

Bazı bitkiler için için yanarken güzel kokularının çevreye yayıldığını gören insan, değişik bitkileri yakarak koku elde etmeyi öğrenmiştir. İbadet sırasında ağaç, sakız, reçine ve bunların karışımlarının yakılması zamanla dini törenlerin vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Mısırlılar, kokulu maddeleri zeytinyağında uzun süre bekleterek yağı kokulandırmışlardır. Koku çeşitlerini zenginleştirebilmek için çeşitli yörelerden bitki ve hayvan kaynaklı kokulu ham maddeler getirtmişlerdir.

(Yazarlar tarafından düzenlenmiştir.)

1.1 Etkinlik

Etkinliğin Adı: **Doğadaki Bitkilerden Boyar Maddeler Elde Edilebilir mi?**






Etkinliğin Amacı: Simya döneminde boya olarak kullanılan maddeleri günümüzde de elde edebilmek. Boyar maddeleri çevremizdeki bitkilerden ve doğadaki diğer maddelerden elde edebileceğimizi görmek.

Etkinliğin Süresi: 40 dakika

Araç ve Gereçler

- 500 mL'lik beherglas
- Bunzen beki
- Sacayak, baget
- Kaynama taşı
- Beyaz pamuk ipliği
- Tel kafes
- Asma yaprakları
- Şap
- Su

Uygulama Aşamaları

1. 500 mL'lik beherglasın 2/3'ünü su ile doldurarak içine birkaç adet kaynama taşı atınız.
2. Asma yaprağı ve bir miktar şapı suyun içine atarak 15 dakika kaynatınız.
3. Beyaz ipliği kaynamakta olan karışımın içine koyarak 20 dakika daha kaynatmaya devam ediniz. Kaynamayı bitirdikten sonra bir süre beherglasın soğuması için bekleyiniz.
4. İpliği beherglastan çıkartarak kurutunuz.

Etkinliğin Değerlendirmesi

1. Sizce beyaz ipteki renk değişiminin sebebi nedir? Açıklayınız.
2. Beyaz ip başka hangi bitkiler kullanılarak boyanabilir?

Bitki karışımları kaynatılarak farklı renkler elde edilebilir.

- Meyan kökü şapla karıştırılırsa sarı,
- Ceviz yaprağı üzüm suyu ile karıştırılırsa lacivert,
- Şeftali yaprakları, göz taşı ($CuSO_4 .5H_2O$) ile karışırsa yeşil-sarı,
- Çam kabuğu-ıhlamur kabuğu ve şap karışımı kahverengi renk verir.

Simya (Alşimi)

Eski çağlarda yaşayan insanların değersiz madenleri altına çevirip zengin olma hayali ve ölümsüzlük iksirini (abıhayat) bulup sonsuza kadar yaşama arzusu için yaptıkları çalışmalara simya (alşimi), bu işle uğraşanlara **simyacı (alşimist)** denir. Simya dönemi yaklaşık 2500 yıl sürmüştür. Yukarıda simya tanımında belirtildiği gibi simyacılar mutlak zenginlik ve ölümsüzlüğü sağlayabilecek felsefe taşı (filozof taşı) arayışına girdiler.



Resim 1.7: Isırgan otu

Simyacıların çalışmaları;

- Sınama-yanılmaya dayanır.
- Sistematik bilgi birikimi içermez.
- Teorik temelleri yoktur.
- Deneysel sonuçlara dayanmaz.

Simyacılar sınama-yanılma yöntemi ile yapmış olduğu çalışmaları sonucunda aşağıdaki maddeleri keşfetmiştir:



Resim 1.8: Rezene

- Kıbrıs taşı (vitriol, $FeSO_4$ demir(II) sülfat)
- Yemek tuzu (NaCl, sodyum klorür)
- Göz taşı ($CuSO_4.5H_2O$ bakır(II) sülfat pentahidrat)
- Şap ($KAl(SO_4)_2.12H_2O$, potasyum alüminyum sülfat dodekahidrat)
- Tuz ruhu (HCl, hidroklorik asit)
- Kezzap (HNO_3, nitrik asit)
- Zaç yağı (H_2SO_4, sülfürik asit)
- Kostik (NaOH, sodyum hidroksit)
- Kireç taşı ($CaCO_3$, kalsiyum karbonat)
- Güherçile (KNO_3, potasyum nitrat)
- Sirke ruhu (CH_3COOH, asetik asit)

Bunların dışında simyacılar; boya, barut, mürekkep, esans, sabun, cam, seramik, kil, kükürt, yün, ipek gibi maddeleri de kullanmışlardır.

Simya döneminde maydanoz, rezene, safran, ısırgan otu, nane ve limon sağlık için kullanılmıştır (Resim 1.7, 1.8, 1.9, 1.10). Bu bitkilerin sindirim bozukluklarına, ağız kokusuna, böbrek problemlerine, soğuk algınlığına iyi geldiği keşfedilmiştir. Bu bitkiler günümüzde de sağlık alanında ilaçların üretiminde ham madde olarak kullanılmaktadır.

Simyacıların bulduğu bazı maddeler ve bu maddelerin kullanım alanları Tablo 1.1'de verilmiştir.



Resim 1.9: Safran



Resim 1.10: Maydanoz

Tablo 1.1: Simyacıların Bulduğu Bazı Maddeler ve Bu Maddelerin Kullanım Alanları

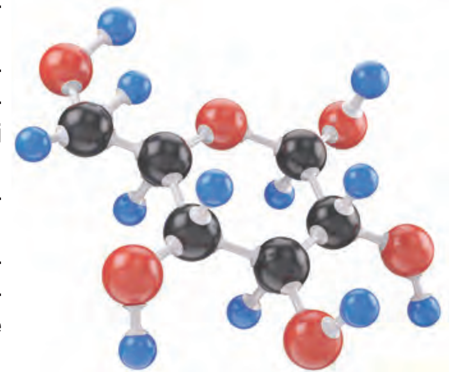
Simyacıların Bulduğu Bazı Maddeler	Simya Döneminde Kullanım Alanları
Zaç yağı	Metal işleme, boyacılık, gübre üretiminde
Şap	Deri ve kâğıt endüstrisinde, tıpta ve tekstilde ip boyamada
Göz taşı	Hastalıklardan korunmak, zehirlenen insanları rahatlatmak için
Kükürt	Barut, gübre gibi birçok maddenin üretiminde, bağcılıkta kuru meyvelerin daha uzun süre saklanması için
Kıbrıs taşı	İpek ve yün iplikleri boyamada
Tuz	Gıda, dericilik, hayvan besiciliği ve yemeklerde
Kil	Toprak kap, seramik-porselen yapımında
Barut	Patlayıcı yapımında

Kimya; evrendeki ve dünyadaki bütün maddeleri, maddelerin özelliklerini, maddeler arası etkileşimleri, maddelerin etkileşimleri sırasındaki değişimleri ve bu değişimlere eşlik eden enerjileri inceleyen pozitif bilim dalıdır. Kimyacılar kimyasal olayları açıklayabilmek için sembolik dilden, mikroskobik (mikroskopla görülebilen) ve makroskobik (gözle görülebilen) özelliklerden yararlanırlar (Resim 1.11).

Tüm pozitif bilimlerin doğması ve gelişmesindeki en büyük etken insanların temel ihtiyaçlarının karşılanmasıdır. Bu temel ihtiyaçlar karşılanırken maddeler kullanılır. Bu maddelerin yapısının anlaşılması ve yeni maddeler elde edilmesi için kimya bilimi ön plana çıkmıştır.

İlk insanlar ihtiyaçlarını karşılamak için sınama yanılma yolunu kullanmışlardır. Daha sonra sınama-yanılma yolu ile bulunan maddelerin, yöntemlerin, tekniklerin ve araçların belli bir sistematik birikime dönüşmesiyle kimya bilimi oluşmuştur. Bazı buluş ve icatlar istisna da olsa tesadüfen bulunmuştur. Kimyanın bilim olma süreci insanların yaşadığı döneme göre farklılık göstermektedir.

Simya ile kimya bilimi arasındaki farklar Tablo 1.2'de verilmiştir.



Resim 1.11: Modern kimya döneminde geliştirilen glikoz molekülünün top çubuk modeli

Tablo 1.2: Simya ve Kimya Bilimi Arasındaki Farklar

Simya	Kimya Bilimi
Çalışmaları sınama-yanılmaya dayanır.	Çalışmaları deney, gözlem, bilimsel yöntemlere dayanır.
Çalışmaları teorik temellere dayanmaz.	Teorilere dayanarak çalışma yapar.
Sistematik bilgi birikimi içermez.	Sistematik bilgi birikimi oluşturur.
Bilim dalı değildir.	Bilim dalıdır.

b) Uygarlıkların Bilime Yaptığı Katkı

OKUMA PARÇASI


Resim 1.12: Hiyeroglif resim yazısı

Bilim ve teknolojiyi günümüze yakın bir zamanda çıkmış bir gelişme olarak kabul edemeyiz. İlk çağlardan beri bilimin gelişim sürecine Mezopotamya, Çin, Hint, Yunan, Mısır, Orta Asya ve İslam uygarlıklarının katkıları olmuştur. Bilimin gelişim süreçlerine katkısı olan bazı keşif ve çalışmalar şunlardır.

Taş Devri'nde silah, araç ve gereçler yapıldı. MÖ 4241 yılında Mısırlılar ilk hassas takvimi yaptılar. MÖ 3500'lerde Mezopotamya'daki Sümerler yazıyı ilk defa kullandılar. MÖ 3200'lerde tekerleği ilk olarak Sümerlerin kullandığı kabul edilir. MÖ 3000 yıllarına ait Mısır'da Hiyeroglif (resim yazısı) sistemi bulundu (Resim 1.12). MÖ 600'lerde Miletli Tales ilk geometri okulunu kurdu. MÖ 450'lerde tarihin babası denilen Heredot ilk dünya haritasını çizdi. MÖ 250'de Yunanlı Arşimet sıvıların kaldırma kuvvetini keşfetti.

Mezopotamya'da Bilim

Mezopotamya, Dicle ve Fırat deltasında yer alan bir uygarlıktır. MÖ 3000 yıllarında Mezopotamya'da yaşamış olan Sümer uygarlığının bilimde parlak bir düzeye ulaştığı görülür.

Sümerler ateşle bazı mineralleri bakıra dönüştürebileceklerini, bakır ve kalay karışımlarından bronz alaşımı elde etmeyi biliyorlardı. MÖ 2500'lerde Sümerler çarpım tablosu kullanıyorlardı. Alan ve hacim hesapları yaparak dairenin alanını ve silindirin hacmini hesaplamak için pi (π) değerini 3,125 olarak alıyorlardı.

MÖ 2000'lerde Sümer uygarlığı ortadan kalktıktan sonra bile dilleri ve yazıları bilimsel çalışmalara araç olmuştur. Sümerlerin yerini alan Babilliler de Matematik ve Astronomi'de büyük ilerleme kaydettiler. Karekök-küp kök hesaplama ve ikinci-üçüncü dereceden problemlerin çözümü için tablolar geliştirdiler. Babilliler problemleri daima somut örneklerle çözüyorlardı. Pisagor Teoremi olarak bilinen teoriyi Pisagor'dan önce kullanıyorlardı.

Tekerleğin icadı bütün çağların en önemli mekanik icadı olarak kabul edilir. En eski tekerleği günümüzden 5000 yıl önce ilk kez Mezopotamyalılar yapmıştır.

Çin'de Bilim

Çin uygarlığında bilimsel faaliyetler MÖ 2500'lü yıllarda başlamıştır. Zaman zaman Hindistan'ı da sınırları içine alan, bazen sadece Sarı Irmak civarında küçük bir devlet şeklini alan Çin, ilk insan kalıntılarının bulunduğu yerlerden biridir. Çinlilerin Türklerle ve Hintlilerle yakın ilişkileri olduğu bilinmektedir. Türklerin kullandıkları 12 hayvanlı Türk takvimini kullanmışlardır.

Matematikte ise Hint uygarlığından etkilenmişlerdir. 12. yüzyılda matbaa ve barut gibi teknik buluşlar Avrupa'ya Çin'den götürülmüştür. Geleneksel Çin tıbbının tedavi şekillerinden olan masaj ve akupunktur yöntemleri günümüzde de kullanılmaktadır.

MÖ 1000'li yıllarda ateşi silah amacıyla kullanan Çinliler, barutu da icat etmişlerdir. Barut, ilk kez 13. yüzyılda ateşli silahlarda kullanılmış, 14. yüzyılda topçuluk alanında da kullanılmaya başlanmıştır. Modern anlamda top ilk kez Fransızlar ve İngilizler arasındaki Yüzyıl Savaşları'nda kullanılmıştır. Kâğıdı, mürekkebi ve matbaayı Çinliler icat etmiştir.

BİLGİ KUTUSU

Roma Dönemi'nde taş, maden ve seramik eşyalar taklit edilerek cam üretimi geliştirildi.
Camın ilk olarak Mısırlılar ve Fenikeliler tarafından MÖ 2. yüzyılda üretildiği tahmin edilse de Mezopotamya'da bulunan ilk cam örneklerinin tarihi MÖ 3. yüzyıla dayanır.

OKUMA PARÇASI

Hindistan'da Bilim

Sıfır sayısını ilk kez Hintli matematikçiler kullanmışlardır. Cebir ve geometri üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Birinci ve ikinci dereceden denklemler üzerinde çalışıp bu denklemleri çözmüşlerdir. Trigonometri alanında, sinüs ve kosinüs fonksiyonlarını kullanmışlardır. Hintliler astronomi ve gök bilimiyle uğraşmışlardır.

Ay ve Güneş'in hareket ve tutulmaları; Yer, Mars, Merkür, Venüs, Satürn ve Jüpiter'in hareketleri Güneş ve Yer'in birbirlerine uzaklıkları hakkında ayrıntılı bilgi vermişlerdir. MS 5 ve 12. yüzyıl arasında yaptıkları bilimsel çalışmalarla trigonometrik oranları kullanmışlardır. Bu oranlarla Güneş-Yer, Ay-Yer uzaklıklarını; Ay, Güneş ve diğer gezegenlerin konumları ve dolanım dönemlerini hesaplamaya çalışmışlar ve bunlarla ilgili sayısal değerleri içeren eserler bırakmışlardır.

Hint tıbbı, başlangıçtan itibaren Hint felsefesi ve kozmolojisiyle iç içedir. Hintliler sağlıklı olabilmek için beden disiplininin yanı sıra, zihin disiplinini de şart koşmuşlar ve yoga okulunu açmışlardır.

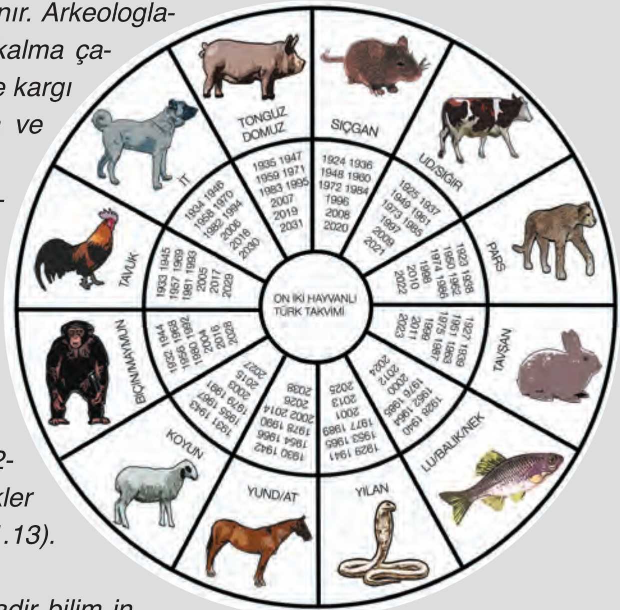
Hint uygarlığında bilimsel uğraşlar, bilimin gelişimi üzerinde oldukça etkilidir. Bu etki ilk dönemlerde tacirlerin, seyyahların ve askerlerin yardımıyla olurken daha sonraki dönemlerde doğrudan bilginler ve çevirmenler yoluyla gerçekleşmiştir.

Orta Asya'da Bilim

Orta Asya'da bilim tarihi MÖ 8000'li yıllara dayanır. Arkeologların sürdürdüğü bugünkü kazılarda Taş Devri'nden kalma çanak-çömlekler, çakmak taşından yapılmış topuzlar ile kargı şeklindeki silahlar bulunmuştur. Bu dönemde arpa ve buğday yetiştirildiğine ilişkin bilgilere rastlanmıştır.

Demir kullanılıncaya kadar geçen sürede hayvanlar evcilleştirilmiş, bakır ve kurşundan çeşitli eşyalar yapılmıştır. Bir alaşım olan bronzu ilk defa Türkler kullanmıştır. Demir Devri'nden sonra iklim şartları bozulmuş ve uzun süren kuraklık sonucu Türkler güneye göç etmişlerdir. Türkler, Orta Asya'da atı evcilleştirerek MÖ 2800'lü yıllarda arabayı icat etmişlerdir. Bilinen ilk Türk yazılı anıtı Göktürk Devleti (552-745) döneminden kalma Orhun Yazıtları'dır. Göktürkler 12 hayvanlı Türk takvimini kullanmışlardır (Resim 1.13). Takvimlerinde her yıla bir hayvan adı vermişlerdir.

Abdülhamid İbn Türk, tarihte Türk adı taşıyan nadir bilim insanlarındandır. Harizmi'nin çağdaşıdır. İkinci derece denklemlerinin çözümlerini Harizmi'den daha ayrıntılı olarak yapmıştır.



Resim 1.13
12 hayvanlı Türk takvimi

Yunanlılarda Bilim

Yunanlılarda doğanın incelenmesiyle maddenin varlığı konusunda felsefi görüşler ön plana çıkar. Eski Yunan filozoflarının bir bölümü maddenin sınırsız olarak bölünebileceğini kabul ederken bazıları da maddenin atomlardan yapılmış olduğunu ileri sürmüştür. Yunanlı filozof Thales'e göre her şey sudan gelmekte yine suya dönmekteydi. Empedokles Dört Öge (element) Kuramı'nı ortaya atan ilk düşünürdür. Aristo, Empedokles'in dört öge kuramını geliştirmiştir. Levkipros ve Demokritos atom kuramı, atomu maddenin en küçük ve bölünemeyen eşit nicelikli tanecikleri olarak tanımlamıştır. Platon, element sözcüğünü ilk olarak kullanan düşünürdür. Platon bütün maddelerin elementlerden oluştuğunu belirtmiştir. Ayrıca eski Yunanlılar vinç, kilit, dişli, pompa, kaldıraç, hidrolik, ölçüm araçları, suyla çalışan otomatik kapı yaparak bilimin gelişmesine öncülük etmişlerdir.

OKUMA PARÇASI

İslam Uygarlığında Bilim

İslam dünyası ilk olarak Hint kültüründen etkilenmiştir. İskenderiye İslam dünyasının her zaman bilim başkenti olmuştur. İslam dünyasında bilimsel faaliyetlerin gelişmesinde halifelerin önemli rolü olmuştur.

Bilgelik evi, gözlemevleri ve hastaneler İslam dünyasında bilimsel etkinliklerin gelişmesini sağlayan üç önemli kurumdur. İlk bilgelik evi Bağdat'ta Abbasi halifesi el-Memun tarafından kurulmuştur. Bilgelik evi, Halife Hazreti Ömer döneminde Müslümanlar tarafından ele geçirildikten sonra Yunan tıbbındaki gelişmelerin Yunancadan Arapçaya aktarılmasını sağlamıştır.

Bilgelik evinin en önemli görevi; dönemin ünlü astronom, matematikçi ve hekimlerini bir araya getirmek ve bilimin çeşitli alanlarındaki belli başlı yapıtlarını diğer dillerden Arapçaya çevirmektir. Pek çok gözlemevi Orta Çağ İslam dünyasında hükümdarlar tarafından kurulmuştur. Gözlemevlerinin kuruluşundaki en önemli etken, duyarlı gözlemlerin yapılabilmesi için aletlerin hassasiyetinin geliştirilmesidir. Hassasiyeti arttırılmış aletler ile yapılan gözlemler sonucunda elde edilen gözlem verileri, "zic" olarak adlandırılan tablolarda toplanmıştır. İbadet vakitlerinin belirlenmesi ve takvimlerin hazırlanması gibi ihtiyaçları ilgilendiren veriler, bu tablolar aracılığıyla yapılmıştır. Orta Çağ'da kurulan ilk gözlemevi Bağdat'taki Şemmasiye Gözlemevi'dir.



Resim 1.14: Gül suyu damıtımı düzeneği

Anadolu'da İslamiyet'in yayılmasından önceki dönemde, cüzzam başta olmak üzere bulaşıcı hastalıkların tedavisine tahsis edilen "nosocomonium" denilen kurumlar açılmıştır. Ancak bu kurumlar tedaviden çok bir tecrit evi gibi kullanılmıştır. İslam dünyasında ilk hastane Emeviler döneminde Şam'da kurulmuştur. Gül suyu damıtımı için ez-Zehravi'nin tarif ettiği düzenek bakır ve ahşap ile astarlanmış 6 cam ibrikten oluşmuştur (Resim 1.14). Cebir ilmi İslam dünyası matematikçilerinin elinde bağımsız bir disiplin kimliği kazanmıştır. Harizmi, Ömer Hayyam, Ebu Kamil Şuca gibi matematikçilerin yazmış olduğu eserler Batı dünyasını oldukça etkilemiştir.

Mısır'da Bilim

İslam dünyasının en önemli bilim merkezlerinden biri Mısır'dır. Mısırlılar pi (π) sayısını buldular. Bir yılı 365 gün ve 12 aya bölüp Güneş yılı takvimini geliştirdiler. Tıp alanında ilerleyip mumyalama tekniğini buldular. En önemlisi dünyanın yedi harikasından biri olan Mısır piramitlerini o günün şartlarında gelişmiş bir teknolojiyle inşa ettiler.

Mezopotamya, Çin, Hint, Orta Asya, Yunan ve İslam uygarlıklarının bugünkü bilimin ilerlemesi ve gelişmesine çok büyük katkıları olmuştur.

c) Kimya Bilimine Katkı Sağlayan Bilim İnsanları ve Çalışmaları

İnsanların madde ile etkileşimi insanın varoluşu ile başlar. İnsanlar temel ihtiyaçlarını karşılamak için çeşitli maddelerden faydalanmıştır. Avlanmak, barınmak, beslenmek ve hayatını kolaylaştırmak için çeşitli maddeleri kullanmışlardır. Zaman geçtikçe maddelerden daha iyi yararlanabilmek ve yeni maddeler keşfetmek için araştırmalar yapmışlardır. Bu araştırmalar sınama-yanılma yoluyla başlamıştır.

Filozoflar madde ile ilgili düşüncelerini ortaya koymuşlardır. Bu filozoflardan biri olan Demokritos "atom ve bölünmeyen öz" düşüncesi ile maddelerin sonsuza kadar bölünemeyeceğini belirtmiştir. Buna karşılık Aristo maddenin topraktan gelip toprağa döndüğünü ifade etmiş, bu nedenle maddenin sonsuza kadar bölünebileceğini söylemiştir.

Değersiz metallerden altın elde etmeye çalışılırken bazı metaller ve metal işleme bilgileri; esans üretimi sırasında damıtma ile ilgili bilgiler ve yöntemler elde edilmiştir. Bu bilgiler günümüze simyadan aktarılmıştır. Aristo'nun Dört Temel Element Kuramı'ndan sonra elementi yeniden tanımlayan ilk kimya bilgini İngiliz Robert Boyle (Rabırt Boyl) oldu. Boyle, yaptığı bu tanımlama ile modern kimyanın kurucusu sayılır.18. yüzyılın sonlarında Fransız kimyacı A. L. Lavoisier fiziksel ve kimyasal olaylardaki kütlesel değişimleri incelemiştir. Bu çalışmalar sonucunda Kütlenin Korunumu Yasası'nı geliştirmiş, simyanın bilim hâline dönüşmesine katkı sağlamıştır.

Daha sonra Modern Atom Teorisi ile atomun kuantum modeli geliştirilmiş ve atomların fiziksel, kimyasal, radyoaktif özellikleri ve davranışları anlaşılmıştır. Günümüzde de proton, nötron gibi atom altı parçacıkların daha küçük birimlerden oluştuğu anlaşılmış olup bu birimlerin yapısını ve özelliklerini anlamak için deneyler yapılmaktadır. Önceleri maddenin yapısını anlamak için yapılan çalışmalar daha yoğun iken günümüzde maddenin yapısını aydınlatmanın yanı sıra çevre kirliliğinin önlenmesi, temiz enerji elde edilmesi, sağlık alanındaki bilimsel çalışmalar da ön plana çıkmıştır.

Eski çağlardan günümüze kadar simya ile başlayıp kimya ile devam eden süreçte birçok düşünür ve bilim insanı (simyacı ve kimyacı) kimya bilimine katkıda bulunmuşlardır.

BİLGİ KUTUSU

Ateşin keşfedilmesiyle insanların maddeyle olan etkileşimi artmıştır.

BİLGİ KUTUSU

Demokritos'un atom kavramı test edilmeyen felsefi bir anlayıştır. Dalton'un atom teorisi ise deneysel inceleme gerektiren bir hipotezdir.

BİLGİ KUTUSU

Bohr atom modeli ile birlikte Heisenberg'in Belirsizlik İlkesi ve Schrödinger'in kuantum sayılarını hesaplaması modern atom teorisinin oluşmasını sağlamıştır.

Kimya bilimine katkıda bulunan düşünürler ve bilim insanları:

Empedokles (MÖ 492-432)

Sicilyalı Empodokles "Dört Öge Kuramı'nı" ilk ortaya atan düşünürdür (Resim 1.15). Empedokles; doğada bulunan elementleri su, ateş, hava, toprak olarak sınıflandırmış ve doğadaki her şeyin bu dört elementten oluştuğunu söylemiştir. Empodokles'e göre canlılık; canlının katı kısımlarını oluşturan toprak, sıvı kısımlarını oluşturan su, solumayı sağlayan hava ve canlılığın özü olan ruhu oluşturan ateşten oluşuyordu.



Resim 1.15: Empedokles (Temsilî)

Demokritos (MÖ 470-361)

Yunanlı filozoflardan Demokritos (Resim 1.16) tarafından ortaya atılan atom kavramı, maddenin en küçük ve bölünemeyen eşit nicelikli tanecikleri olarak tanımlanmıştır. Örneğin Demokritos'a göre su ve demir atomları gerçekte birbirinin aynısıdır. Su atomları pürüzsüz ve yuvarlak olduğundan birbiri üzerine kenetlenemez ve birbiri üzerinden kayar. Oysa demir atomları sert, sivri, pürüzlü olduklarından birbirine yapışır ve sert bir cisim oluşturur.



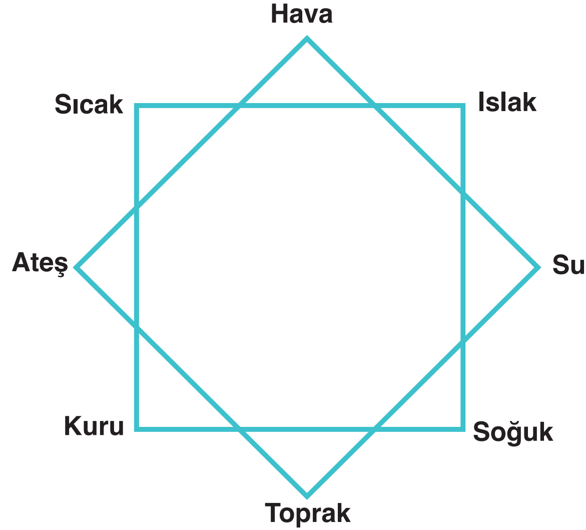
Resim 1.16: Demokritos (Temsilî)

Aristo (MÖ 384-322)

Platon'un (Eflatun) öğrencisi olan Aristo, Empodokles'in Dört Element Kuramı'nı, elementlerin özelliklerini de dikkate alarak geliştirdi.

Empodokles'in dört elementinden esinlenen Aristo (Resim 1.17) elementleri ikişer ikişer karşılıklı olarak birbirinin zıttı olan dört özellikle (sıcak, soğuk, ıslak, kuru) ilişkilendirdi. Şekil 1.1'de görüldüğü gibi Aristo dört elementin özelliklerini **Hava**; sıcak-ıslak, **Ateş**; sıcak-kuru, **Su**; soğuk-ıslak, **Toprak**; soğuk-kuru olarak eşleştirdi. Ayrıca Aristo, her şeyin topraktan oluşup tekrar toprağa döndüğünü belirtti.


Resim 1.17: Aristo (Temsilî)



Şekil 1.1: Aristo'ya göre dört element ve özellikleri

Cabir Bin Hayyan (720-813)

Orta Çağ'da yaptığı çalışmalarla kimya bilimine çok sayıda katkısı olan İslam âlimidir (Resim 1.18). İlk laboratuvarı kurmuştur. Deneylerde kullanılan bazı aletleri tasarlayıp bu aletlerin nasıl kullanılacağını açıklamıştır. Damıtma işleminde kullanılan "İmbik aletini" kullanarak bitkilerden esans ve bazı asitleri elde etmiştir (Resim 1.19). Vitriol'ü (Kıbrıs taşı, $FeSO_4$) damıtarak zaç yağı (sülfürik asit, H_2SO_4), vitriol ($FeSO_4$) ile potasyum nitratı (KNO_3) birlikte damıtarak kezzap (nitrik asit, HNO_3), vitriol ($FeSO_4$) ile yemek tuzunu (NaCl) damıtarak tuz ruhu (hidroklorik asit, HCl) elde etti.

Bulmuş olduğu asitleri (HCl ile HNO_3) karıştırarak kral suyu adı verilen karışımı elde etti. Cabir Bin Hayyan, altın ve gümüşün kral suyunda çözündüğünü keşfetmiştir. Kral suyu günümüzde altın ve platin gibi soy metalleri çözmede kullanılmaktadır. Cabir Bin Hayyan; damıtma, kristallendirme, süblimleşme ve süzme yöntemlerini kullanmıştır. Simya döneminde kullanılan bu yöntemler Kimya bilimine aktarılmış olup günümüzde de hâlâ kullanılmaktadır. Cabir Bin Hayyan, İslam simyasının babası olarak ünlenmiştir.


Resim 1.18: Cabir Bin Hayyan (Temsilî)


Resim 1.19: Simya döneminde damıtma işlemlerinde kullanılan imbik aleti

Ebubekir er-Razi (865-925)

Orta Çağ'ın önemli İslam bilginidir (Resim 1.20). Ebubekir er-Razi'nin en önemli özelliği, kimya alanındaki tecrübesini ve bilgilerini tıp alanında kullanması olmuştur. Büyük hekim ve simyacı olup ilk kez çiçek ve kızamık hastalıklarının tedavisini sağlamış, tıpta uygulamıştır. Kimyasal maddeleri metalik, bitkisel ve hayvansal şeklinde sınıflandırmıştır.

Soda ve potas arasındaki farkı ortaya koymuş, klorür asidi ile nitrat asidinin elde edilmesi için reçeteler vermiştir.

Damıtılmış şap suyu (ruhülzaç) adını verdiği sülfat asidini, karıncaları damıtıp formik asidi (karınca asidi, HCOOH) ilk kez elde etmiştir. Bunların yanı sıra kostik sodayı (NaOH) ve gliserini bulmuştur. Er-Razi birçok kimyasal maddeyi, minerali, aygıtları bilim dünyasına kazandırmıştır. Beher, balon, ufak şişe, kristallendirme çanağı, cam kap, toprak kap, kandil, eğe, törpü, makas, spatula, çekiç, kepçe, maşa, kıl ve keten süzgeç gibi birçok araç-gereç kullanmıştır.


Resim 1.20: Ebubekir er-Razi (Temsilî)

Er-Razi yalnız büyük bir hekim değil, aynı zamanda ilk gerçek kimyacılardan biriydi. Deneysel yöntemlerle kimyayı sapkınlıklardan, altın yapma iddiasında bulunan simyacılardan, şarlatanlıklardan arındırmış; kimyaya doğa bilimleri arasında, elementler ve onların bileşimleri ile uğraşan bir bilim kimliği kazandırmıştır.

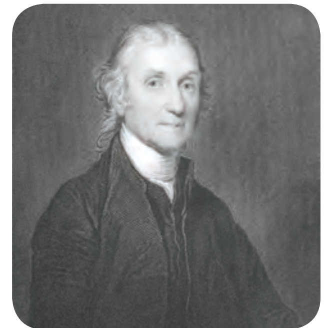
Robert Boyle (1626-1691)

Simya, 1661'de İngiliz bilgini Robert Boyle (Rabırt Boyl) Kuşkucu Kimyager (The Sceptical Chymist) adlı ünlü yapıtını yayımlayarak Aristocuların görüşünü yeniden düzenlemesine kadar gelişti.

Boyle, kimyasal elementleri maddenin parçalanamayan yapı taşları olarak tanımlamıştır (Resim 1.21). İlk kez kimyasal bileşiklerle basit karışımlar arasında ayrım yapmış; kimyasal birleşmede özelliklerin tümüyle değiştiğini, basit karışımlarda ise böyle değişimler olmadığını söylemiştir. Gazlar üzerinde deneyler yürütmüş, ilk kez element ve bileşiklerin doğru tanımını yapmıştır. Buna göre element bir özellik değil, kendinden başka elementlere ayrılamayan bir maddedir. Tüm bileşikler, elementlerin birleşmesinden oluşurlar. Boyle'un element tanımındaki eksiklik sodyum hidroksit (NaOH), kireç (CaO) ve su (H_2O) gibi ısı ile zor ayrışan maddeleri element kabul etmesidir.


Resim 1.21: Robert Boyle (Temsilî)

Robert Boyle'un bu yanlışını A. L. Lavoisier yaptığı deneysel çalışmalarla düzeltmiştir. İnsanlar ateşi keşfettikten sonra maddelerin nasıl yandığını merak etmişler fakat yanma olayını uzun süre açıklayamamışlardır. 18. yüzyılda Alman simyacı Johann Joachim Becher ve öğrencisi Georg Ernest Stahl, yanma olayında kaybolan maddeyi Aristo'nun Dört Element Kuramı'ndaki Ateş elementi olarak tanımlamışlardır. Bunun sonucu olarak yanma olayını açıklayabilmek için Filojiston (ateş ruhu) Kuramı'nı ortaya koydular. Filojiston Kuramı'na göre maddeler yanıcı, yanıcı olmayan ve filojistondan oluşuyordu. Yanma sırasında filojiston maddeden ayrılıyordu. Bu nedenle filojiston içeren maddeler yanıyor, içermeyenler yanmıyordu. Filojiston; maddenin ruhu olduğundan yanma olayında madde ölüyor ruhu ayrılıyordu. Buna göre metal oksitler birer element, metaller ise kül ve filojistondan oluşan bileşiklerdir. Kimya bilimine göre yanma olayı maddelerin havadaki oksijen ile tepkimesidir. Bu kuram yanlış olsa da Kimya biliminin gelişmesine büyük katkı sağlamıştır. Carl W. Scheele (Karl W. Siyle) ve Joseph Priestley (Cosıf Frıstlıy) yaptıkları deneysel çalışmalarda klor, metan, hidrojen, karbon dioksit ve en önemlisi yanmayı gerçekleştiren oksijen gazlarını keşfederek Filojiston Kuramı'nı çürütmüşlerdir. Oksijen gazını ilk olarak Scheele keşfeder fakat kendisi oksijen gazının keşfini paylaşmadığından dolayı oksijenin keşfi Priestley'e (Resim 1.22) mal edilmiştir.


Resim 1.22: Joseph Priestley



Resim 1. 23: A. L. Lavoisier (Temsilî)

BİLGİ KUTUSU

Lavoisier kütle ölçümlerinde teraziyi kullanmıştır.

Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794)

18. yüzyılda yaşayan A. L. Lavoisier dikkatli ve çok titiz bir kimyacıydı (Resim 1.23). Lavoisier; Scheele ve Priestley'in yaptığı deneylerde hiçbir maddenin kütlesini tartmadıklarının farkına vardı. Aynı dönemde yaşayan kimyacılardan farklı olarak, Lavoisier deneylerinde kullandığı maddelerin kütlelerini ölçmenin önemini belirtti. Bununla birlikte reaksiyona giren maddelerin kütleleri toplamının, reaksiyondan sonra oluşan maddelerin kütleleri toplamına eşit olduğunu tespit etti. Böylece kimyada kendi adıyla bilinen "Kütlenin Korunumu Yasası"nı buldu. Lavoisier kütlenin korunumunu "Madde yoktan var, vardan yok edilemez." sözleriyle açıkladı.

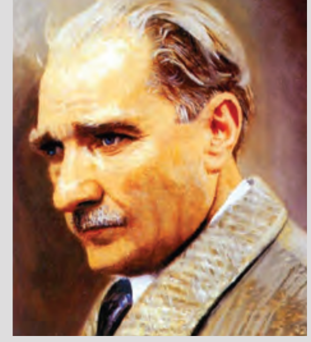
Lavoisier, Priestley'in deneylerini kütle ölçümü yaparak açıkladı. Lavoisier'in ilk önemli deneylerinden biri kalay metalinin kalklaştırılmasına (oksitlendirilmesi) ilişkindi. Lavoisier kapalı bir cam kap içinde kalayı eritmiş ve bu sırada cam balonun ağırlaştığını saptamıştır. Lavoisier burada, erimiş kalayın kısmen siyah bir toza dönüştüğünü ve kabın açılmasından sonra işlemde kullanılan kadar havanın kabın içine girdiğini gözlemlemiştir.

İşlem sırasında, başlangıçta balon içinde var olan havanın yalnızca beşte birinin kullanıldığını saptamış ve daha sonra kalayı metal okside dönüştürecek şeyin ne olduğu sorusunu ortaya atmıştır. Daha sonraları kalayla birleşen bu hava bileşeninin solunumda kullanılanlardan farklı olmadığı sonucuna varmıştır.

Lavoisier cıva oksidi kömürle karıştırarak bir kap içinde ısıttı. Oluşan gazın suda çözündüğünü ve bu gazın içinde yanan bir mumun söndüğünü görerek bunun karbon dioksit gazı olduğunu saptadı. Bu olayda kömürün rolü olduğu ve filojistonun etkisinin olmadığı sonucunu çıkardı. Metal oksitten oluşan oksijen, kömürle karbon dioksit oluşturuyor ve metal oksit metal hâline dönüşüyordu. Fosforun yanmasına ilişkin deneylerinde ortamdaki havanın her zaman için 4/5'inin geriye kaldığını 1/5'inin (oksijenin) ise bu sırada fosforla birleştiğini saptadı. Arta kalan gaza (azot) o zamanlar "solunamayan hava" deniliyordu.

Lavoisier'in çalışmaları kimya için devrim niteliğindedir. Ayrıca kendisi "modern kimyanın babası" olarak bilinmektedir. Simyadan kimyaya geçiş Robert Boyle'un element tanımını yapması ve Lavoisier'in Kütlenin Korunumu Yasası'nı açıklamasıyla başlamıştır.

OKUMA PARÇASI



VATAN SEVGİSİ

Vatan, doğup büyünen ve üstünde hayat kurulan kutsal toprak parçasıdır. Sıcak bir yuva, insanın kendisini bulduğu ve en iyi şekilde ifade ettiği topraklardır. Vatan, hiçbir zaman sıradan bir sözcük olmayıp bir halkın gerekirse uğruna her türlü fedakârlığı yapabileceği birçok değeri barındırır.

İnsan dünya üzerinde hangi yere giderse gitsin mutlaka vatanını özler. Gidilen yerin güzel veya zengin olması bu anlamda bir şey ifade etmez. Vatanından ayrı kalan her kişi onun sevgisini yüreğinde taşır bu sevgiyi gittiği her yere götürür. Bir halk için dünyanın en değerli yeri vatan toprağıdır.

Türk Vatanı

Türk milleti Asya'nın batısından Avrupa'nın doğusuna kadar tüm dünya tarafından bilinen büyük bir alanda yaşar. Bu alana Türkeli veya Türk yurdu denir. Geçmişe bakıldığında bu alanın çok daha büyük olduğu görülecektir. Dünya üzerinde Türk insanının ayak basmadığı kendine yurtluk etmediği kıta yoktur.

Türk vatanı Türk insanı için göz nuru baş tacıdır. Her insanın vatanı koruması gereken en büyük mirasıdır. Eski, şanlı tarihi ile topraklarının derinliklerinde birçok eseri barındıran siyasi sınırların içindeki bölüm Türk yurdudur. Bu yurdu sevmek ve korumak bu ülke topraklarını kendine yuva edinen herkes için en önemli görevdir.

Vatan Sevgisi ve Yurt Toprağı ile İlgili Sözler

"Bu vatan, çocuklarımız ve torunlarımız için cennet yapılmaya layıktır." Mustafa Kemal Atatürk

"Benden eğerimi isteyin vereyim, atımı isteyin vereyim, çadırımı isteyin vereyim, fakat hiç kimse bir karış toprak istemesin vermem, veremem." Mete Han

"Sahipsiz olan vatanın batması haktır, sen sahip olursan, bu vatan batmayacaktır." Mehmet Akif Ersoy

"Gerektiği zaman vatan için bir tek birey gibi tek istek ve karar ile çalışmasını bilen bir millet, elbette büyük bir geleceğe lâyık ve aday olan bir millettir." Mustafa Kemal Atatürk

"Vatan sevgisi; ruhları, kirden kurtaran en kuvvetli rüzgârdır." Mustafa Kemal Atatürk

"Vatan, çalışkan insanların omuzları üstünde yükselir." Tevfik Fikret

"Vatan sevgisi ahlakta iyiliği, ahlakta iyilik de vatan sevgisini meydana getirir." Montesquieu

"Toprak, devletin temelidir, hiç kimseye verilmez." Mete Han

"Çalışmadan, yorulmadan, üretmeden rahat yaşamak isteyen toplumlar, önce haysiyetlerini sonra hürriyetlerini ve daha sonra da istiklal ve istikballerini kaybederler." Mustafa Kemal Atatürk

(Yazarlar tarafından düzenlenmiştir.)

2. BÖLÜM

KİMYA DİSİPLİNLERİ VE KİMYACILARIN ÇALIŞMA ALANLARI

- *Kimya biliminin ve kimyacıların uğraş alanları nelerdir?*
- *Günlük hayatta kullanılan birçok maddenin kimya ile ilgisi ne olabilir?*

1.2.1. Kimyanın ve Kimyacıların Günümüzdeki Çalışma Alanları

Tüketilen besinlerde, tarımda, ilaç sanayisinde, kozmetikte, temizlikte, endüstride, laboratuvar vb. birçok alanda kullanılan malzemeler çok sayıda kimyasal madde ve kimyasal yöntemler içermektedir. Bu kimyasalları üretip geliştiren, insanların kullanımına sunan kimyacılardır.

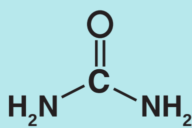
a) Kimyanın Disiplinleri

Kimyanın uğraş alanı çok çeşitlidir. Bu alanların her biri kendi içinde uzmanlık gerektirmektedir. Bu yüzden kimya bilimi çeşitli disiplinlere ayrılmıştır. Bu disiplinler Şekil 1.2'de belirtilmiştir.



Şekil 1.2: Kimyanın alt dalları (disiplinleri)

FORMÜL KUTUSU



Üre

Organik Kimya

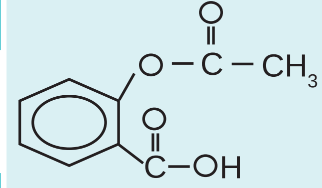
Temel yapısını karbon atomunun oluşturduğu, karbon atomunun yanında hidrojen, oksijen, azot, fosfor gibi atomları da içeren bileşiklerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini inceleyen bilim dalıdır. Organik bileşikler doğada daha çok canlıların yapısında bulunur.

Organik bileşiklere olan ilgi geçmişten başlayarak günümüze kadar giderek artmıştır. Organik kimyanın önemi anlaşıldığı için organik bileşikler laboratuvarda üretilmeye çalışılmıştır. Laboratuvar ortamında üretilen ilk organik bileşik üredir. Alman Kimyacı Friedrich Wöhler (Fridrih Völer) 1828'de amonyum siyanatı ısıtarak üreyi elde etti. Bu çalışmadan sonra çok sayıda organik bileşik laboratuvarda yapay olarak üretilebilmektedir.

Karbon-karbon bağının kararlığının fazla olması nedeniyle karbon atomları uzun zincirler oluşturabilir. Bu bağlar çeşitli şekillerde birbirine bağlanarak farklı organik bileşikler oluşmasını sağlar.Böylelikle sınırsız organik bileşik oluşur. Bileşik sayısının fazla olması nedeniyle bu bileşiklerin yapı ve özelliklerini daha iyi inceleyebilmek için organik kimya disiplini oluşmuştur.

Organik kimyanın inceleme alanına giren bileşiklere ve karışımlara örnek olarak doğal gaz (CH_4, C_2H_6), LPG (C_3H_8, C_4H_{10}) ve aspirin verilebilir.

FORMÜL KUTUSU



Aspirin (asetil salisilat)

Anorganik Kimya

Genellikle karbon içermeyen, organik olmayan bileşiklerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemektedir. Asitler, bazlar, tuzlar, mineraller, metaller ve ametaller buna örnek olarak verilebilir. Anorganik kimya; mermerin, seramiklerin, tuzların yapısını da inceler (Resim 1.24 a, b, c).



Resim 1.24: a) Kalsit Minerali



b) Mermer



c) Metal

Analitik Kimya

Maddenin kimyasal bileşenlerini, madde içerisindeki miktarlarını nitel ve nicel olarak inceleyen kimya disiplinidir. Analitik kimya ile yiyeceklerin besin içeriği, kan tahlili, idrar tahlilleri, su analizinde suyun içindeki minerallerin miktarı, sertlik derecesi ve pH değeri hesaplanır; cevherlerdeki mineral türlerinin tespiti de yapılır (Resim 1.25).

Nicel Analiz

Bir maddeyi oluşturan bileşenlerin miktarlarını ölçmeye yarayan yöntemdir.

Nitel Analiz

Bir maddenin hangi bileşenlerden oluştuğunu inceleyen yöntemdir.



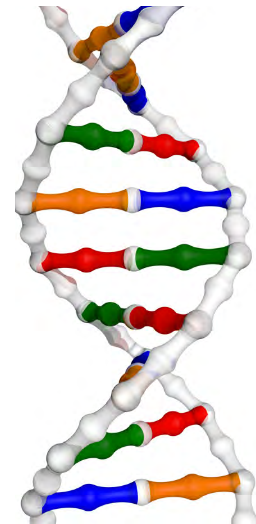
Resim 1.25: Analitik Kimya Deneyi

Biyokimya

Canlıların yapısında gerçekleşen kimyasal olayları ve süreçleri inceleyen kimya disiplinidir. Fotosentez, solunum, sindirim ve dolaşım gibi olayları inceler. Protein, karbonhidrat, lipit, DNA (*Resim 1.26)* ve RNA gibi moleküllerin yapılarını, oluşumlarını ve etkileşimlerini inceleyen bilim dalıdır. Biyokimyada anorganik, organik ve analitik kimya teknikleri de kullanılır.

Fizikokimya

Kimyasal sistemlerin özellik ve davranışlarını inceleyen, bu özellik ve davranışların sonucunda ortaya çıkan yasaları belirleyen bilim dalıdır. Fizikokimya; sistemlerdeki ısı ve iş dönüşümlerini, tepkime hızlarını ve tepkime mekanizmalarını matematiksel ifadelerle teorilere dönüştürür. Fizikokimya; elektrokimya, termodinamik, kimyasal kinetik alanlarını da kapsar.



Resim 1.26: DNA

Polimer Kimyası

En küçük yapı birimi monomer olan moleküllerin çok sayıda birleşmesi ile oluşan büyük moleküllere **polimer** denir. Polimerlerin oluşumunu, kullanım alanlarını, fiziksel ve kimyasal özelliklerini inceleyen kimya disiplinine polimer kimyası denir.

Polimer; Yunancada çok anlamındaki "poli" ile kısım anlamındaki "mer"den oluşur. PVC (polivinilklorür) (Resim 1.27), PET (polietilentereftalat), TEFLON (Politetrafloreten) (Resim 1.28), Nişasta, Proteinler, DNA molekülleri polimerlere örnektir.



Resim 1.27: PVC



Resim 1.28: Teflon tava

Endüstriyel Kimya

Kimyasal madde ve olayları kullanarak toplu üretimlerde ürünün verimini, kalitesini arttırmak, maliyetini düşürmek için yapılan çalışmaları kapsayan kimyanın alt disiplinidir.

Endüstriyel kimya ile elde edilecek endüstriyel ürünün özellikleri kimyasal yöntemlerle tasarlanmaya çalışılır. Çamaşır suyu, boya ve çimento vb. endüstriyel kimya ürünleridir (Resim 1.29 a, b, c).



Resim 1.29: a) Çamaşır suyu



b) Boya



c) Çimento

1. 1 Uygulama Soruları

Aşağıda verilen olaylarla karşılarındaki kimya disiplinlerini eşleştiriniz.

Olaylar	Kimya Disiplinleri
1. Seri üretimlerde ürün verimini arttırmak için araştırmalar yapılması	a) Anorganik kimya
2. Atık sulardaki ağır metallerin miktarlarının ölçülmesi	b) Organik kimya
3. Etil alkolün kimyasal özelliklerinin incelenmesi	c) Analitik kimya
4. Yarı metallerin kimyasal özelliklerinin incelenmesi	ç) Biyokimya
5. Suni kauçuğun özelliklerinin geliştirilmesi	d) Fizikokimya
6. DNA yapısının incelenmesi	e) Endüstriyel kimya
7. Tepkime hızı ve davranışlarının deneyle incelenmesi	f) Polimer kimyası

b) Kimya ile İlgili Alanlar

Bilindiği üzere kimya birçok disiplin ve sektörle ilişkilidir. Teknolojik değişim ve gelişmeler her alanda olduğu gibi kimya alanında da ilerlemeler sağlamaktadır. Ayrıca çağın gereksinimleri de bu durumu mecbur kılmaktadır. Bu bölümde bu ilişkiler ayrıntılı olarak aktarılacaktır.

İlaç

Canlılar üzerinde göstermiş olduğu etki ile bir hastalığın teşhis ve tedavisinde rol oynayan kimyasal preparatlara **ilaç** denir (Resim 1.30). İlaçlar katı, sıvı, jel olmak üzere üç formda üretilir. İlaç üretimi kimya disiplini olan "farmakoloji"nin alanına girer. İnsan ve hayvan hastalıklarının yanında bitkilerde oluşan hastalıkları yok etmek için de ilaçlar kullanılır. İlaçların bilinçsizce kullanılması; bağımlılığa, sağlığın bozulmasına yol açar ve ülke ekonomisine zarar verir. Günümüzde kanser ve diğer hastalıklarla mücadele için ilaç araştırmaları yoğun bir şekilde devam etmektedir.

İlaç üretimi, eski çağlarda yaşamış olan simyacılar dönemine kadar uzanır. Simyacılar çevrelerindeki birçok bitkiyi toplayarak çeşitli ilaçlar üretmişlerdir. Ürettikleri ilaçları tedavi amaçlı kullanmışlardır.



Resim 1.30: İlaç

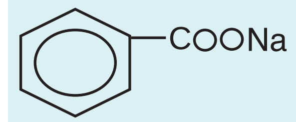
Gıda

Kimyanın uğraş alanlarından biri de gıda sektörüdür. Besin; canlıların büyümesi, gelişmesi ve yaşamını sürdürmesi için gerekli olan maddelerdir. Canlılar; sağlıklı bir hayat sürdürebilmek için farklı türde besin maddelerini, ihtiyaç duydukları oranlarda almalıdır. Bu tür beslenmeye **dengeli beslenme** denir.

Gıda kimyası; besinlerin bileşenlerini, yapılarını ve bunlarda meydana gelen değişimleri inceleyen bilim dalıdır. Gıda kimyası gıdaların hazırlanması, işlenmesi, korunması, ambalajlanması, depolanması gibi teknolojileri içerir. Gıdaların içerisinde çok sayıda kimyasal madde bulunur. Bu maddelerin her birinin organizmada işlevsel görevleri vardır. Gıdalardaki kimyasal maddeler doğal ve yapay yolla üretilmektedir. Çok iyi bir antioksidan olan sodyum benzoat yapay olarak üretilir ve bazı hazır gıdalarda gıda koruyucusu olarak kullanılır. Sodyum benzoat; kuru erik, sarımsak, tarçın gibi yiyeceklerde doğal olarak bulunmaktadır.

Gıdaların albenisini arttıran renklendiriciler, aroma artırıcılar, lezzet vericiler, pH düzenleyiciler gibi kimyasallar yapay olarak kimyacılar tarafından üretilmektedir. Zeytinyağı, buğday, protein içeren gıdaların vb. üretimi gıda kimyasının ilgi alanıdır (Resim 1.31 a, b, c, d).

BİLGİ KUTUSU



Sodyum benzoat

Vücudun toksit temizleyicisidir. Ancak aşırı tüketimi sağlık sorunlarına neden olur.



Resim 1.31: a) Buğday



b) Gıda analizi



c) Protein içeren gıdalar

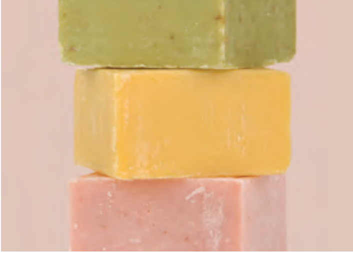


d) Zeytinyağı

Temizlik

İnsanlar tarafından temiz ve sağlıklı bir yaşam ortamı oluşturmak için çeşitli temizlik maddeleri kullanılmıştır. Temizlik malzemelerinin kullanılması simya döneminden başlayıp günümüze kadar gelmektedir. Simyacılar döneminde üretilen temizlik malzemeleri (sabun, kil, kül) doğal ve çevre dostu iken günümüzde kullanılan temizlik maddeleri sentetik kimyasal maddelerdir. Sağlıklı bir yaşam sürdürülmesi için kişisel temizliğe ve yaşanan çevrenin temizliğine dikkat edilmelidir.

Temizlik maddeleri dikkatli kullanılmalı ve bu maddeler birbiriyle karıştırılmamalıdır. Sabun ve deterjan en çok kullanılan temizlik maddeleridir.



Resim 1.32: Sabun

Sabun: Bitkisel ve hayvansal yağların NaOH (kostik) ve KOH (potas kostik) ile tepkimelerinden oluşan maddelerdir (Resim 1.32).

Katı sabun (beyaz sabun): $C_{17}H_{35}COONa$ (sodyum stearat)

Arap sabunu: $C_{17}H_{35}COOK$ (potasyum stearat)



Resim 1.33: Deterjan

Deterjan: Petrolden elde edilir. Deterjanlar (Resim 1.33) yüzey aktif özellikleri sayesinde sabunlara göre daha iyi temizleyicidir. Sabunların etkisi soğuk suda azalırken deterjanlar soğuk suda da etkili olur. Deterjan atıkları suya ve toprağa ciddi zarar verir. Bunların dışında çamaşır suyu, tuz ruhu, çamaşır sodası, benzen, amonyak ve aseton gibi maddeler de temizlik amaçlı kullanılır.

Adli Kimya

Televizyon programlarında yer alan dizi ve filmlerin etkisiyle insanların adli kimyaya ilgisi artmıştır. Adli kimya, suçluları ortaya çıkarmada bir suç ile ilgili iz bırakan bulguları inceler. Esas olarak kimyadan, yardımcı olarak da biyoloji, jeoloji, fizik gibi bilimlerden yararlanır. Laboratuvar analizleri ve incelemeleriyle bulguların suç ile ilgisini belirleyen ve suçun aydınlatılmasına somut katkısı olan bir bilim dalıdır.



Resim 1.34: Olay yeri inceleme

Adli kimyacıların bulguları yargıya önemli katkılar sağlamaktadır. Örneğin sporcuların doping olarak kullandıkları vücut için zararlı ve yasaklı maddelerin tespiti adli kimyanın görevidir. Adli vakaları aydınlatmada, olay yeri incelemelerinde (Resim 1.34) ve parmak izi tespitinde adli kimyadan yararlanılır.

Enerji

21. yüzyılda dünya nüfusu artışını hızla sürdürmektedir. Sanayi, tarım, endüstri gibi alanlardaki hızlı teknolojik gelişmeler insanlığın enerji ihtiyacını arttırmıştır. Bu enerji ihtiyacını karşılamak için fosil yakıtlar (kömür ve petrol) (Resim 1.35) kullanılmaktadır. Ancak kullanılan fosil yakıt kaynakları sınırlıdır. Fosil yakıtların çevre için olumsuz etkileri çok fazladır. Bu yüzden ülkeler enerji ihtiyaçlarını giderebilmek için alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneldiler.



Resim 1.35: Petrolden elde edilen yakıt

Hidroelektrik enerjisi (Resim 1.36), rüzgâr enerjisi, dalga enerjisi, jeotermal enerji, güneş enerjisi, biyoenerji bu enerji türlerindendir. Bu enerjileri elde etmek için yapılan çalışmalar uzmanlık alanı gerektiren kimya, fizik, biyoloji gibi pozitif bilimleri iyi bilen bilim insanları tarafından gerçekleştirilmektedir.



Resim 1.36: Hidroelektrik santrali (HES)

Bitkilerden elde edilen biyoenerji (biyokütle) en dikkat çekici enerji kaynaklarından birisidir. Biyoyakıt üretiminde mısır, buğday, arpa gibi tarım ürünleri kullanılır. Bu bitkilerden kimyasal yöntemlerle önce nişasta elde edilir.

Nişasta enzimlerle glikoza dönüştürülür. Glikoz da uygun ortamlarda bakterilerin etkisiyle etanole dönüşür. Etanol araçlarda yakıt olarak kullanılıp enerjiye dönüşür. Etanol fosil yakıtlardan daha az karbon dioksiti (sera gazı) atmosfere salar.

Etanol'ün küresel ısınmaya etkisi azdır. Bu nedenle alternatif enerji kaynağı olarak uzun süredir kullanılmaktadır.

İnsanlık var olduğu sürece enerjiye olan ihtiyaç da artacaktır. İlerleyen yıllarda çok sayıda alternatif enerji kaynakları ve enerji elde etme yöntemleri gelişecektir. Bu nedenle kimyanın enerji alanındaki önemi artarak devam edecektir.

Madencilik

Endüstride kullanılan ve yer kabuğunda bulunan cevher, mineral, kömür gibi ekonomik değeri olan, ham maddeleri yeryüzüne çıkarma işlemine denir. İnsan hayatında vazgeçilmez bir yer tutan madencilik, tarih boyunca ülkelerin gelişmesini sağlayan bir kaynak olmuştur.

Ülkemiz; bazı metalik madenler (Resim 1.37), linyit ve jeotermal kaynaklar, endüstriyel ham maddeler açısından zengindir. Ülkemiz, maden kaynakları ve çeşitliliği bakımından kendi kendine kısmen yeterli olan ülkeler arasında yer alır.

Ülkemizin zengin olduğu maden kaynakları arasında ilk sırayı dünya rezervlerinin %72'sini oluşturan "bor" mineralleri almaktadır. Bor dışında trona (doğal soda), kaya tuzu, sodyum sülfat, perlit, ponza, feldspat, bentonit, mermer, kuvars gibi endüstriyel ham maddeler ile boksit ve krom gibi metalik madenler ve linyit gibi enerji ham maddeleri ülkemizin sahip olduğu başlıca madenlerdir. Maden üretiminde ABD, Çin, Güney Afrika, Kanada, Avustralya ve Rusya ön sıralarda yer almaktadır.



Resim 1.37: Metalik maden

BİLGİ KUTUSU

Kayaçların bileşiminden eritilerek ayrıştırılan madenlere metal (metalik) madenler adı verilir.

Gübre

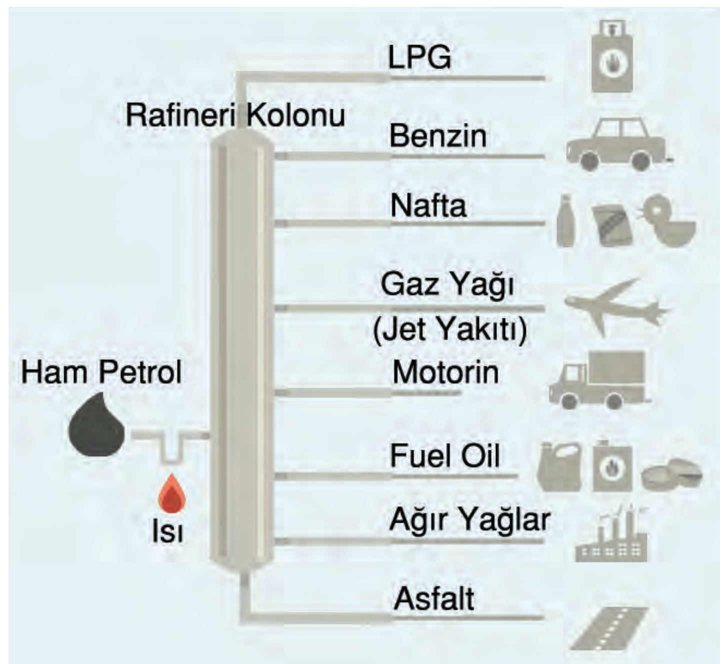
Bitkiler fotosentez olayı ile kendi besin maddelerini yaparlar. Bitkilerin büyüyüp gelişebilmesi için azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, kükürt gibi temel elementlere ve az miktarda, sodyum, demir, mangan, çinko, bor, klor gibi mikro besleyici elementlere ihtiyaç vardır. Bu elementlerin bileşiklerini ya da kendilerini içeren kimyasal maddelere **gübre** denir.Toprakta bitkilerin büyümesi için gerekli mineraller bulunur. Bu mineraller azalırsa bitkilerin büyüme ve gelişim hızı azalır. Bunun için toprağa doğal gübreler (Resim 1.38) veya suni gübreler verilir. Dünya nüfusunun hızla artması sebebiyle insanların besin ihtiyaçlarını karşılamak üzere toprağın verimini ve yetiştirilen ürünün kalitesini arttırmak için gübrelere olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Kimyacılar suni gübreleri üretip gübre sanayisinin kullanımına sunarlar. Ayrıca toprak analizleri yaparak toprağa bitkinin ihtiyaç duyduğu ölçüde gübre verilmesini sağlarlar. Böylece aşırı gübrelemeden kaynaklanan toprağın tuzluluk oranının artması durumu engellenmiş olur. Kimyacılar toprak tahlillerini yaparak bitkinin ihtiyacı olan besin maddelerini tespit ederler. Ziraat mühendislerine gübreleme konusunda yardımcı olurlar.



Resim 1.38: Doğal gübre

Petrokimya

Petrolün işlenerek organik ürünlerin elde edilmesini inceleyen kimya disiplinidir. Petrol ve türevlerinin kullanım alanlarının artmasıyla birlikte petrokimyanın dünyadaki önemi artmıştır. Petrokimya petrolün rafine edilerek ham madde elde edilmesi ile ilgilenir. Petrolün rafinasyonu (Şekil 1.3) sonucu LPG, petrol eteri, benzin, jet yakıtı, mazot, fuel-oil, gres, asfalt elde edilir. Bu ürünler işlenerek endüstride farklı maddelere dönüştürülür.



Şekil 1.3: Petrol rafinasyon kolonu

Arıtım

Karışımlardaki istenmeyen maddelerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle uzaklaştırılması işlemidir. Karışımları ayırmada kullanılan yöntemlerin birçoğu maddelerin arıtımında kullanılır. Su arıtımı, petrol arıtımı, metalürjide cevherlerden metal eldesi örnekleri verilebilir. Sanayi, teknoloji, nüfus artışı ile evsel ve sanayi atıklarının sulara karışması sonucu su kirliliği oluşmaktadır. Dünyadaki kullanılabilir su miktarı hızla azalmaktadır. Su ihtiyacının karşılanması için kirlenmiş suların arıtılması zorunludur. Fabrika bacalarından çıkan gazların içindeki toz partiküllerinin filtrasyonu, sera etkisi yapan karbon dioksitin tutulması arıtma yöntemi ile yapılmaktadır (Resim 1.39).



Resim 1.39: Baca gazları

Boya-Tekstil Kimyası

Sanayide kullanılan kimyasalların tekstil ürünleri üzerindeki etkilerini inceler. Tekstil endüstrisi en eski ve yaygın endüstri dallarından biridir.

Tekstil kimyası; doğal, sentetik çeşitli lif ve karışımlarının tekstil malzemesi hâline gelinceye kadar uğradıkları bütün kimyasal işlemleri kapsamaktadır. İplik-kumaş üretimi ve bu ürünlerin boyanması tekstil kimyasının alanıdır (Resim 1.40). Kullanılan kıyafetlerin etiketlerinde pamuk (koton), yün, polyester, orlon, likra gibi ifadeler bulunur. Alışveriş yaparken ve kıyafetler temizlenirken bu etiketlere dikkat edilmelidir. Temizleme işlemi sırasında tekstilde kullanılan kumaşlar birbirine sürtüldükçe negatif elektrikle yüklenir. Bu tür kumaşlarda dalgalanmalar olur, bu kumaşları homojen olarak boyamak zordur. Kumaşları boyamadan önce sodyum sülfat tuzu (Na_2SO_4) ile yıkama işlemi yapılır. Böylelikle kumaştaki negatif yükler en aza düşürülmüş olur ve homojen boyama sağlanır. Ayrıca kumaşları boyamada başka kimyasal maddeler de kullanılır. Tekstil sanayisinde birçok kimyasal madde ve yöntem kullanılmaktadır. Ülkemizdeki tekstil sanayisi dünya tekstil sanayisinin üst sıralarında yer almaktadır.



Resim 1.40: Tekstil kimyası ve kumaş boyama

c) Kimya Alanı ile İlgili Meslekler

Kimya Mühendisi

Kimya mühendisliği; genel olarak kimya bilimi ile matematik, fizik, biyoloji ve ekonomi bilimlerinden yararlanır. Önemli endüstriyel, teknolojik ve çevresel problemleri çözümleyen bir mühendislik dalıdır.

Kimya mühendisliği; malzemelerin kimyasal yapılarının, enerji içeriklerinin veya fiziksel hâllerinin değişime uğradığı süreçlerin geliştirilmesi ve uygulanması ile ilgilenen çok yönlü bir mühendislik dalıdır (Resim 1.41).

Kimya mühendisliği, dünyanın her yerinde insanların yaşamını kolaylaştırmak amacıyla kimya bilimini yeni teknolojiler geliştirmek ve sağlamak için kullanmaktadır. Mineral, metal, seramik, polimer, kâğıt gibi malzemelerin üretimi ve geliştirilmesi kimya mühendisliğinin alanına girer. Gıdanın üretimi, işlenmesi ve su arıtımıyla su kalitesinin iyileştirilmesi kimya mühendisliğinin uğraş alanları arasındadır.

İnsan sağlığının daha iyi olması için aşı ve ilaç geliştirilmesine yönelik biyoteknolojik çalışmalar, giyim, barınma, ulaşım ve bilişim teknolojileri kimya mühendisliğinin ilgilendiği alanlardır.



Resim 1.41: Kimya mühendislerinin çalışma ortamı

Kimya mühendislerinin çalışma alanlarından bazıları:

Endüstriyel tesisler, laboratuvarlar, özel ve kamu proje büroları, ithalat ve ihracat büroları; petrokimya, otomotiv, gıda, çimento, seramik, ilaç, tekstil, boya, kauçuk ve gübre sektörleri; cam, lastik, savunma, metal ve kaplama sanayileridir.

Kimya mühendislerinin bu sektörlerde sorumluluk aldığı bölümler

- Araştırma-geliştirme
- Proses tasarımı ve optimizasyon
- Fabrika organizasyonu ve işletme

- Kalite güvence, güvenlik ve çevre kalitesi
- Teknik satışlar, servis ve pazarlama
- Yönetim

Metalurji Mühendisi

Metalurji mühendisliği, inorganik ve organik kökenli sentetik veya doğal ham maddelerden başlayarak metal, seramik ve polimer esaslı mühendislik malzemelerin tasarlanması, geliştirilmesi, üretilmesi ve bunların özelliklerinin çeşitli sanayi dallarındaki teknik ihtiyaçlara uyarlanmasını konu alır.

Havacılık başta olmak üzere, savunma, enerji, haberleşme ve otomotiv sanayi gibi birçok gelişen sektörün giderek artan ihtiyaçları üstün performanslı yeni malzemelerin geliştirilmesini zorunlu hâle getirmiştir. Bunun sonucunda polimerler, seramikler ve kompozitler, konvensiyonel metalik malzemelerin yanında yerini almış ve mühendislik malzemelerini büyük ölçüde zenginleştirmiştir. Tüm bu gelişmeler karşısında, insanlık tarihi boyunca geliştirilmiş olan geleneksel malzemelerin, bir taraftan özelliklerinin daha da iyileştirilmesi, diğer taraftan yeni ve yaratıcı yaklaşımlarla alternatiflerinin geliştirilmesi kaçınılmazdır. Son 30 yıldır malzeme mühendisliği alanına yeni bir ivme kazandıran bu olgu, metalurji mühendisliği eğitim programlarına da yön vermektedir (Resim 1.42).



Resim 1.42: Metalurji mühendislerinin çalışmaları

Metalurji mühendisliği bölümü, malzeme türlerinin

- Mikroskoplar ile görülebilen iç yapılarını
- Özel olarak tasarlanmış cihazlarla ölçülebilen mekanik, elektronik, optik, manyetik özelliklerini
- Bilgisayar yazılımları ile belirli koşulları oluşturarak analizini
- Üretim simülasyonlarını
- Analitik cihazlar kullanarak fiziksel ve kimyasal içeriklerini
- Deneysel ve gerçek hayatta kullanım için üretim metotlarını inceler ve bunların günlük hayata uygulanmasını sağlar.

Metalurji mühendisliğinin çalışma alanlarından bazıları

- Nanomalzemeler (nanoparçacıklar, nanoteller, nanotüpler)
- Demir ve demir dışı alaşımlar (alüminyum, titanyum, magnezyum)
- Demir çelik ve döküm
- Enerji malzemeleri (bataryalar, hidrojen depolama, güneş pilleri)
- Fonksiyonel ince film kaplamalar (ısıya ve ışığa duyarlı akıllı camlar)
- Biyo malzemeler (sentetik kemik dokuları, yapay organlar)
- Kompozit malzemeler (kayak, tenis raketi, tekne gövdesi)
- Elektronik malzemeler (diyotlar, transistörler, kapasitörler)
- Modelleme ve simülasyon (malzeme özellikleri, üretim süreçlerinin belirlenmesi)
- Polimer ve organik malzemeler (plastikler, yanmaz kablolar, aleve dayanıklı olan malzemeler)
- Teknik seramik malzemeler (hafif zırh malzemeleri, yalıtım malzemeleri)

Eczacı

Doktorlarca düzenlenen reçetelerde yer alan hazır ilaçları hastalara sunan, hazırlanması gerekli ilaçları hazırlayan, laboratuvarda ilaçların analizi ve ilaçların geliştirilmesi ile ilgili araştırmalar yapan kişidir. Eczacılar, hastalara ilaçların kullanımı ile ilgili bilgileri ve reçetede yer alan hazır ilaçları verir (Resim 1.43).



Resim 1.43: Eczacı

Kendisi tarafından formüllere uygun olarak gerekli olan ilaçları hazırlar. Tıbbi veya diğer amaçlar için kullanılan maddeleri hazırlar ve kurallarına göre dağıtımını yapar, bozulmaya karşı önlem alır. Özel zehirli maddeleri içeren reçetelerin kayıtlarını tutar. Veteriner ilaçları, tarım ilaçları, tuvalet ve kozmetik ürünlerinin kullanılmaları konusunda önerilerde bulunur. İlaçların geliştirilmesi için laboratuvarda araştırma çalışmaları yapar.

Kimyager

Kimyager, maddeyi atom ve molekül düzeyinde inceleyen, araştıran, tanımlayan, üretebilen ve değiştirebilen, mesleğiyle ilgili kamu, özel ve hizmet sektörü ile endüstri dallarının işletme ve laboratuvarlarında çalışan, teknik elemandır.

Kimyagerler, işletmeye girecek her türlü ham madde ve işletmede oluşan ürün ve ara ürünlerin kalite kontrolünü yapar. Üretimde karşılaşılabilecek sorunların çözümüne yönelik yöntemler geliştirirler. İşletmenin akışına katkı sağlayan ve üretimin daha ekonomik gerçekleşmesine yönelik çözümler üretmek üzere laboratuvar ya da pilot tesis düzeyinde AR-GE çalışması ile yenilik yapabilecek niteliktedirler (Resim 1.44).



Resim 1.44: Kimyager

Kimya Öğretmeni

Kimya öğretmeni, çalıştığı eğitim kurumunda kimya ile ilgili bilgi, beceri, tutum ve davranışları yaş düzeylerini de gözeterek öğrencilere kazandıran kişidir. Kimya ile ilgili kuram, prensip, hipotez ve kavramları değerlendirerek, diğer ders ve disiplinlerle de ilişki kurarak gerekli matematik becerileri ile kimya öğretimini gerçekleştirir.

Kimya öğretmeni, MEB öğretim programının vizyon, felsefe ve kuramsal dayanaklarını ve içeriğini izler. Bu program çerçevesinde; uygun çalışma planı hazırlar, öğrencilere alanı ile ilgili bilgi ve beceri kazandırır, öğrencilerin ön bilgi ve öğrenme zorluklarını analiz eder, uygun strateji, yöntem, teknik ve modellerle öğretim sürecini değerlendirir ve başarıyı arttırıcı önlemler alır. Kimya; teknoloji, toplum ve çevre arasında ilişki kurar.

BİLGİ KUTUSU

Kimya mühendisi ile kimyager arasındaki fark nedir? Kimyager genelde bileşenlerin özellikleri ile ilgilenir ve laboratuvarda az miktarda malzeme ile çalışır. Kimya mühendisi ise laboratuvar çalışmalarını yararlı, ekonomik ürünlere dönüştürmek için gerekli fabrikadaki kimyasal madde süreçlerini tasarlar.

ç) Nanoteknoloji ve Yarı İletkenler

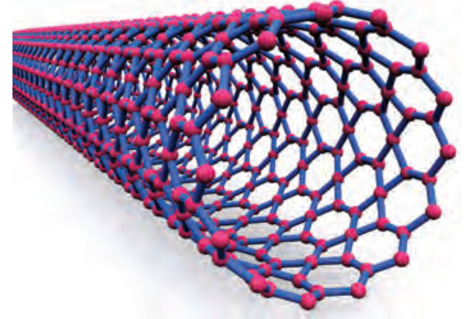
Son yıllarda adı sıkça duyulan geleceğe yön verecek, çağın en üst teknolojisi olan nanoteknoloji diğer teknolojilere göre henüz tam yapılandırılamadığından ve daha az bilindiğinden çoğu kişiye uzak gelmektedir. Öte yandan günümüzde nanoteknoloji, endüstri araştırma laboratuvarlarında ve birçok üniversitede yeni çalışma alanları yaratırken ürünleri de günlük yaşama hızla girmektedir.

Nanoteknoloji; nanometre ölçeğinde (1 metre = 10^9 nanometre) kimyasal ve biyolojik olayların anlaşılması ve kontrolü ile nanometre boyutunda fonksiyonel malzeme, araç, sistemlerin geliştirilmesi ve üretimi olarak tanımlanır.

Nanoteknoloji ile nano ölçekli olayların değerlendirilip benzerlerinin geliştirilerek uygulanması ile bilim ve teknolojide yeni ufuklar açılmaktadır. Nanoteknoloji çağımıza yön veren bilgi teknolojileri, iletişim teknolojileri ve biyoteknolojilerle birlikte gelişmektedir. Karbon elementinin allotropu olan grafitten yapay olarak üretilen fullerenler nanoteknoloji çalışmaları içinde yer alır.

Madde boyutu nanometre derecesine kadar küçüldükçe maddenin mekanik, ısıl, optik, elektrik ve kimyasal özellikleri oldukça değişmektedir. Büyük hacimli aynı maddeden çok daha farklı, önceden tahmin edilemeyen özellik ve davranışlar elde edilebilmektedir. Çoğu bilimci tarafından nanoteknoloji 21. yüzyılın teknolojisi olarak kabul edilse de bu alandaki çalışmalar çok eskilere dayanır.Yüzyıl önce sanatçılar tarafından geliştirilen ve kullanılan ince ve dayanıklı boyalar, renkli pencere camları, yarı iletken ve transistörlerin üretimi nanoteknolojinin ilk uygulamalarıdır.

Bugün elektronik ve yarı iletken teknolojisi, biyosensörler, nanotüpler (Resim 1.45), nanotanecik sistemler, katalizörler akıllı moleküller, nano boyutta boyamalar, mikro cerrahi ve nano robotlar gibi birçok alanda nanoteknolojiden yararlanılmaktadır. Akıllı moleküllerle kimyasal reaksiyon ve biyokatalitik (enzimatik) olaylar yönlendirilebilmektedir. Nanoteknoloji ile maddelerin kristal düzeni ve yapı hataları anlaşılabilir. Bununla birlikte yüzeyin araştırılması ve yüzey kimyası, uygun analiz ve kontrol tekniklerinin geliştirilmesi çağımız kimyacılarını özellikle analitik kimyacıları nanoteknolojiye yöneltmiştir.


Resim 1.45: Nanotüp

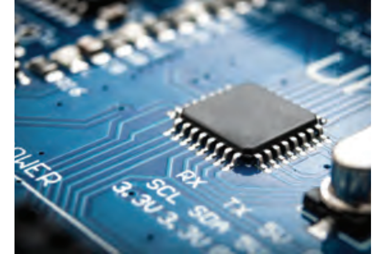
Nanoteknoloji ile gelecekte var olabilecek maddeler ve özellikle atıklar, molekül ve atomlarına ayrılarak daha kullanışlı ve yararlı yeni maddelere dönüştürülebilir. Bir bilimcinin ifadesi ile “legolarla tablo yapar gibi” atomlar yeniden bir araya getirilerek istenilen yeni ürünler oluşturulabilecektir. Böylece atıklar değerlendirilerek bunların tekrar kullanımı mümkün olabilecektir. Bu tür ayrıştırma ve sentezler kimyanın birinci derecede uğraş alanıdır. Kimyacıların buluşlarıyla üretilen maddeler çevre kirliliği meydana getirmektedir, yine kimyacıların buluşlarıyla bu kirlilik temizlenebilecektir.

Yarı İletken Teknolojiler

Yarı iletkenler, bir değere kadar elektrik akımının akmasını engelleyen ve bu değerden sonra çok küçük direnç gösteren maddelerdir. Yarı iletkenlerde kullanılan elementler, periyodik cetvelde 3A, 4A ve 5A gruplarında bulunurlar. Bu elementler germanyum, silisyum vb.dir. Yarı iletkenler iletkenlik açısından, iletkenler ile yalıtkanlar arasında yer alırlar. Yalıtkan olan yarı iletkenlere ısı, ışık, magnetik etki ve gerilim uygulandığında yarı iletkenlerin bazı değerlik elektronları serbest hâle geçerek iletkenlik özelliği kazanır. Yarı iletkenlerin üzerindeki dış etkiler kalktığında değerlik elektronları temel hâle dönerek iletkenlik özelliğini kaybeder. Yarı iletkenler kristal yapıya sahiptirler. Sıcaklık arttıkça metallerin elektrik iletkenliği azalırken yarı iletkenlerin elektrik iletkenliği artar. Yarı iletken bir elemente, az miktarda katkı maddesi eklenerek elementin elektrik iletkenliği artırılır. Örneğin yarı iletken olan silisyuma az miktarda fosfor, bor veya alüminyum gibi elementler ilave edilirse iletkenliği aşırı miktarda artar.

Dünyayı değiştiren yarı iletken teknolojiler; dedektör, lazer, gaz analiz sensörleri, termal kameralar, gece görüş sistemleri gibi hassas cihazların yapımında ihtiyaç duyulan yarı iletken malzemeler, yarı iletken teknolojileri ileri araştırma laboratuvarlarında üretilebilmektedir.

Yarı iletken malzemeler savunma sistemlerinden cep telefonlarına, uydu sistemlerinden bilgisayar teknolojisine kadar pek çok uygulama alanına sahiptir (Resim 1.46). Örneğin otomobillerin panel aydınlatmaları, cep telefonlarındaki aydınlatmalar, trafik işaretleri aydınlatmaları yarı iletken diyotlarla sağlanır. Yarı iletken algılama sistemleri; yangın önlemede, gaz analizinde, sağlıkta, hızlı ve doğru vücut sıcaklığı ölçümünde, vücut sıvısı analizlerinde ve çeşitli hastalıkların teşhisinde, savunma amaçlı olarak hedef belirleme gibi alanlarda kullanılmaktadır. Yarı iletken teknolojilerinde kullanılan malzemelerin üretimi, geliştirilmesi başta kimya, fizik ve elektronik mühendislerinin ortak çalışmalarıyla gerçekleştirilmektedir.



Resim 1.46: Nanoteknolojinin yarı iletken bilgisayar çiplerinde kullanılması

Yarı iletken teknolojilerinin üretildiği laboratuvarlar yurt dışında araştırma yapan bilim insanlarının da çalışabileceği yerler olmuştur. Böyle çalışmalar beyin göçünü engelleyerek kısa sürede dışa bağımlılığı azaltacaktır.

d) Bilişim Teknolojilerinden (Animasyon, Simülasyon, Video vb.) Yararlanılarak Kimya Disiplinlerinin Tanıtımı

Bilişim teknolojilerinden yararlanarak kimya disiplinlerinin tanıtımını yapınız. İlgili görsellere Millî Eğitim Bakanlığı Eğitim Bilişim Ağı (**eba.gov.tr**) adresinden ulaşılabilir.

1.2.2. Kimya Projelerinin Bilim, Toplum, Teknoloji, Çevre ve Ekonomiye Katkıları

TÜBİTAK

Bilim alanında yapılan projeler birçok alanı etkilemektedir. Yapılan bu projelerin bilime, teknolojiye, çevreye, ekonomiye ve toplumsal yapıya katkısı vardır. Bu alanlardaki gelişmeler ülkemizin geleceği açısından büyük önem arz etmektedir.

Bilim alanında ulusal ve uluslararası düzeyde birçok proje ve proje yarışmaları düzenlenmektedir. Bu yarışmaların; bilim ve teknolojideki gelişmelere yardımcı olmak, insanların yaşam standardını iyileştirmek, çevre bilincini geliştirmek gibi amaçları bulunmaktadır. Bazı projelerle ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

Enerji verimliliği proje yarışması, her yıl TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) ile Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü işbirliği ile düzenlenmektedir. Bu yarışmanın amacı gençleri özellikle konut, sanayi, ulaşım ve tarım sektörlerinde, enerjinin verimli kullanılması konusunda bilinçlendirilmesidir. Bu amaca uygun olarak sunulan projelerin yukarıda bahsi geçen sektörlerde, enerjinin verimli kullanılmasına, enerji tasarrufuna, enerji tasarrufunun çevreyle ilişkisi ve çevreye etkilerine yönelik olması gerekmektedir. Ayrıca projelerin Türkiye ekonomisine katkıda bulunabilecek uygulanabilir önerilerden oluşması gerekmektedir.

TÜBİTAK - Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığının amaçlarından biri; lise öğrenimine devam etmekte olan öğrencileri temel, sosyal ve uygulamalı bilim alanlarında çalışmalar yapmaya teşvik etmek, onları çalışmalara yönlendirmektir. Mevcut bilimsel çalışmaların gelişimine katkı sağlamak amacıyla kimya, biyoloji, fizik, matematik , coğrafya, kodlama, psikoloji, sosyoloji, tarih, teknolojik tasarım, Türk dili ve edebiyatı alanında proje yarışmaları düzenlenmektedir.

Tübitak ve Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı desteklerinden biri, Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri, Doğa Bilimleri, Sosyal ve Beşerî Bilimler, Tıbbî Bilimler ve Tarımsal Bilimler bölümlerinden birinde öğrenim gören lisans öğrencilerinin hazırladıkları projeleri kapsar.

Bu alanla ilgili olarak sanayideki sorunları çözmeyi hedefleyen ve sanayide uygulama potansiyeli olan ürün iyileştirme veya geliştirmeye yönelik araştırma konusuna sahip lisans bitirme projeleri için proje yarışmaları düzenlenmektedir.

Tübitak 1005 - Ulusal Yeni Fikirler ve Ürünler Araştırma Destek Programı: Bu programın amacı ülkemizde ihtiyaç duyulan, teknolojik dışa bağımlılığı azaltacak ve ülkemizin rekabet gücünü arttıracak ulusal ve uluslararası yeni bir ürün/süreç/yöntem/model geliştirme amacına yönelik uygulamalı veya deneysel geliştirme projelerinin desteklenmesidir.

T.C. Avrupa Birliği Bakanlığı Avrupa Birliği Proje Örneği: Daha bilinçli bir toplum ve daha temiz bir çevre projesinin en temel amacı, toplumu çevre duyarlılığı hakkında bilinçlendirmek, toplumda çevre, deniz ve kıyı temizliği ve geri dönüşüm konusunda farkındalık yaratmaktır. Bunun yanında gençlerin sorumluluklarını bilen sosyal hayatta aktif, çevresine duyarlı bir birey olmasını sağlamak amaçlanmaktadır. İnsanlara çevre kirliliğinin boyutlarını göstermek, geri dönüşümün önemi ve gerekliliği konusunda toplumu geliştirmek hedeflenmiştir.

TÜBİTAK ulusal ve uluslararası düzeyde Kimya projeleri yarışmalarında dereceye giren ve final yarışmalarında sergilenen bazı projeler aşağıda verilmiştir.

Milli Kalkan Nanopartiküler Baryum Kullanarak Üretilen Nükleer Koruyucu Kıyafet, Uzay Mekiği ve Uçak Radyasyon Zırhlama Materyali ve Radyasyon Önleyici Portatif Sığınakla Radyasyona Karşı Tam Koruma
Çevre Kirliliğini Önlemede Doğal ve Dispers Boyar Maddeler ile Süperkritik Karbon dioksitte ($SCCO_2$) ve Su Ortamında Polyester Elyafının Boyanması, Boya Kalitesinin Karşılaştırılması.
Atık Kızartma Yağlarından Poliüretan Kaplama Malzemesi Üretimi
Atık Bor Kullanarak Yüksek Mukavemetli ve Isı Yalıtımlı Tuğla Üretimi ve Sağlanan Enerji Tasarrufunun Hesaplanması
Okyanuslar Petrolden Daha Kıymetli
Tiyofen Esanslı İletken Kopolimerin Sentezi ve Elektrokromik Cihaz Özelliklerinin İncelenmesi
Grafitin Yüzey Alanı ile Kapasitansının Arttırılmasında ve Grafen Üretiminde Farklı Bir Yöntem
Floresans Karbon Nanotüpler ile Kanser Hücrelerinin Aydınlatılması
Atık Sulardaki Ağır Metal İyonlarının Düşük Maliyetli Doğal Adsorbantlar Kullanarak Giderilmesi
Alzheimer Hastalığının Tedavisinde Yeni Bir Yaklaşım: Patlıcan Yaprakları
Siber Arı Feromon Maskesi ile Migren Tedavisi
Lityum ve Kobalt İçerikli Pillerden Geri Dönüşüm Yoluyla Lityum ve Kobalt Kazanılması ve Çevresel Etkilerinin Önlenmesi
Patlıcanın Hidrofobik Özelliğinden Yararlanılarak Poliüretan Malzeme ile Modifiye Edilip Petrol Türevlerinin Temizlenmesi
Yasa Dışı Madde Tayin Eden Biyodedektifler: Apta - Lipozomlar
Farklı Bitki Ekstrelerinin Kolon Kanseri Üzerine Etkisinin İncelenmesi

OKUMA PARÇASI

NOBEL KİMYA ÖDÜLLERİ



Alfred Nobel, kimya bilim alanına büyük hizmetler sunmuş, birkaç dil bilen çok üretken bir bilim insanıdır. Geliştirdiği kimyasal patlayıcıların (TNT ve TNG) test ve deneyleri sırasında kardeşini kaybetmiştir.

Bu patlayıcı kimyasalları macun hâline getirerek geliştirdiği ürüne Yunancada dynamis (güç) anlamına gelen "dinamit" adını vermiş, silindirik lokumlar hâline getirerek ürettiği dinamit patlayıcısının; madencilik, raylı ulaşım, sulama kanalları, karayolu yapımı ve daha birçok alanda çok büyük işlevleri olmuştur. İlk Nobel ödülleri 1901 tarihinde verilmeye başlanmıştır. Nobel ödülleri Alfred Nobel'in vasiyeti üzerine beş kategoride verilir. "Kimya, fizik, fizyoloji veya tıp alanlarında en önemli icadı gerçekleştiren kişilere; Nobel Bilim Ödülleri bu bilimlerin adları ile verilmektedir. Edebiyat alanında ise, bir idealist eğilimi en farklı şekilde ifade eden eserin yazarına Nobel Edebiyat, ulusların barış içinde yaşaması, ordular arası savaşların sayısının azaltılması, barış kongrelerinin yapılması ve yaygınlaştırılması için en çok çalışan kişilere Nobel Barış Ödülü verilir.

Nobel Kimya Ödülü, 2015 yılında Prof. Dr. Aziz Sancar tarafından kazanılmış ve bu ödül ülkemiz adına büyük onur vesilesi olmuştur. Prof. Sancar'ın insanlığa armağan ettiği bu bilimsel ödül, genç Türk bilim insanlarını heveslendirecek ve onları daha iyi çalışmalar yapmaya sevk edecektir.

Nobel Kimya Ödülü, Alfred Nobel'in ölüm yıl dönümü olan 10 Aralık'ta İsveç Kraliyet Bilimler Akademisi tarafından verilir. Nobel Kimya Ödülü alan ve kimya alanında adını sıkça duyduğumuz bilim insanları ve onların yaptığı çalışmalar şunlardır:

- *İlk Nobel Kimya Ödülü'nü Hollandalı Jacobus Henricus Von't Hoff, çözeltilerdeki kimyasal dinamik ve osmoz basıncı kanunlarını keşfi,*
- *Alman Hermann Emil Fisher, şeker ve pürin sentezi üzerine yaptığı çalışmalar,*
- *Yeni Zelandalı Ernest Rutherford, elementlerin parçalanması ve radyoaktif maddelerin kimyası üzerine yaptığı çalışmalar,*
- *Fransız Victor Grignard; Grignard reaktifinin keşfi,*
- *Alman Fritz Haber; Haber Bosch yöntemiyle amonyak sentezi,*
- *Alman Walther Hermann Nernst; termokimya üzerine yaptığı çalışmalar,*
- *Polonya asıllı Fransa vatandaşı Marie Curie; Radyum ve Polonyum elementlerinin keşfi (Resim 1.47),*
- *Fransız İrene Joliot Curie; yeni radyoaktif elementlerin sentezi ve keşfi,*
- *ABD'li Linus Pauling; kimyasal bağların doğası üzerine yaptığı çalışmalar.*



Resim 1.47: Marie Curie

BİLGİ KUTUSU

2016 Nobel Kimya Ödülü

Sauvage (Sivar), Stoddart (Stadırt) ve Feringa (Firinga) isimli üç bilim insanı, moleküler makinelerin sentezi ve tasarımı alanında yaptığı çalışmalar nedeniyle 2016 Nobel Kimya Ödülü'ne layık görüldü. Ödül sahipleri moleküler boyutta küçük makineler sentezleyip kimya alanında çığır açtılar. Bu bilim insanları tarafından gerekli enerjiyi aldıklarında bir görevi yerine getiren saç telinden bin kat daha ince ve hareketi kontrol edilebilen küçük makineler geliştirildi.

OKUMA PARÇASI



Resim 1.48: Aziz SANCAR

- *ABD'li Robert S.Mulliken; kimyasal bağlar ve moleküllerin elektronik yapısını konu alan çalışmaları için,*
- *Japon Kenichi Fukui – Polonyalı Roald Hoffman; kimyasal tepkimelerin davranışını açıklayan kuramları için,*
- *ABD'li Mario J.Molina; Atmosfer kimyası ve ozon tabakasının incelmesi ile ilgili çalışmaları için,*
- *Birleşik Krallıktan Harold W.Kroto; Fullerenleri keşfettiği için,*
- *Alan G.Mac Diarmid (Yeni Zelanda)- Hideki Shirakawa (Japonya) – Alan J.Heeger (ABD); iletken polimerlerin keşfi ve geliştirilmesi için,*
- *2015 yılında Aziz Sancar (Resim 1.48) (Türkiye-ABD) – Paul L.Modrich (ABD)- Tomas Lindhal (İsveç);*

Hücrelerin hasar gören DNA'ları nasıl onardığını ve genetik bilgisini koruduğunu haritalandıran araştırmalarıyla,

- *2016 yılında James Fraser Stoddart (ABD), Bernard L.Feringa (Hollanda), Jean-Pierre Sauvage (Fransa); Moleküler makinenin tasarımı ve sentezi ile ilgili yaptığı çalışmalarla ödüle layık görül düler.*

Bilimsel çalışmalarda başarıya ulaşmak için fedakârca çalışmak gerekir. Bilimsel çalışmalarda elde edilen bulguları açık fikirlilikle doğru olarak bilim dünyasına kazandırmak bir insanlık görevidir. Nobel Bilim Ödülü'nü almak için uzun yıllar boyunca çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bilim insanları her alanda faydalı olabilmek, yaşadığımız evreni anlamak ve keşfetmek için uzun ve yorucu çalışmalar yapmaktadır. Bu çalışmalardan netice alan bilim insanlarının Nobel Bilim Ödülleri ile buluşları tanıtılmakta ve diğer çalışmalara örnek teşkil etmektedir.

(Yazarlar tarafından düzenlenmiştir.)

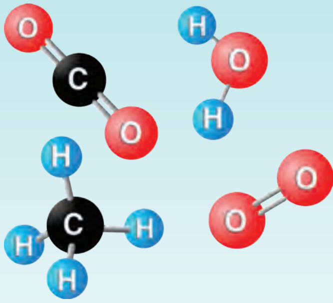
3. BÖLÜM

KİMYANIN SEMBOLİK DİLİ

- *Elementlerin sembollerle gösterilmesine neden ihtiyaç duyulmuştur?*
- *Bazı bileşiklerin neden yaygın adları vardır?*

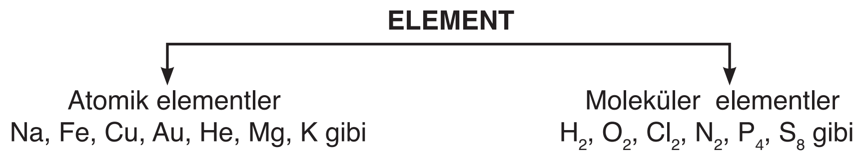
BİLGİ KUTUSU

Moleküler hâldeki elementler ve bileşikler formüllerle gösterilir.



1.3.1. Element Sembolleri ve Adları

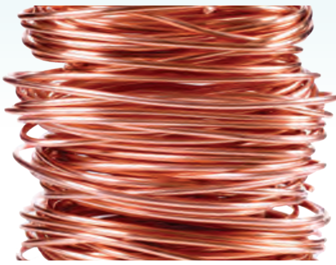
Kimyasal ve fiziksel olaylar, elementler veya bileşiklerin etkileşimlerinden oluşur. Kimyasal denklemleri daha basit bir şekilde ifade etmek, ortak ve anlaşılır bir dil oluşturabilmek için element ve bileşikler sembol ve formüllerle ifade edilmiştir. Aynı cins atomlardan oluşan saf maddelere **element** denir. En küçük yapıtaşı atom olanlara atomik element, molekül olanlara moleküler element denir.



Elementlerin Özellikleri

- Saf ve homojendir.
- Sembollerle gösterilir.
- Fiziksel ve kimyasal yöntemlerle kendinden daha basit maddelere ayrıştırılamaz.
- Kendi özelliğini gösteren en küçük yapı birimi atomdur.
- Aynı koşullarda ayırt edici özellikleri (erime noktası, kaynama noktası, özkütle vb.) sabittir.
- Metaller, ametaller, yarı metaller ve soy gazlar olarak sınıflandırılır.
- Atomik ve moleküler hâlde bulunabilir.

Elementler çok eski çağlardan beri birçok alanda kullanılmaktadır. Günümüzde 118 çeşit element vardır. Bunların 92 tanesi doğal elementtir. Diğer elementler laboratuvar ortamında yapay olarak üretilir. Elementleri ilk defa günümüzdeki sembol anlayışıyla gösteren İsveçli bilim insanı Jöns Jakob Berzelius'tur (Cans Cekıb Berzelyus). Element sembolleri elementin Latince veya İngilizce adının baş harfi ile gösterilir. Baş harf büyük alınır. Aynı harflerle başlayan başka elementler varsa diğer harfler kullanılır. Element sembolü yazılırken iki harften oluşuyorsa birinci harfi büyük ikinci harfi küçük yazılır. Örneğin karbon elementinin sembolü "C", bakır "Cu" (Resim 1.49), bor "B" (Resim 1.50), alüminyum "Al" (Resim 1.51) ile gösterilir. İlk 20 elementin ad ve sembolleri Tablo 1.3'te verilmiştir.



Resim 1.49: Bakır metali



Resim 1.50: Bor minerali



Resim 1.51: Alüminyum metali

Tablo 1.3: İlk 20 Elementin Ad ve Sembolleri

Element adı	Sembolü	Element adı	Sembolü
Hidrojen	H	Sodyum	Na
Helyum	He	Magnezyum	Mg
Lityum	Li	Alüminyum	Al
Berilyum	Be	Silisyum	Si
Bor	B	Fosfor	P
Karbon	C	Kükürt	S
Azot	N	Klor	Cl
Oksijen	O	Argon	Ar
Flor	F	Potasyum	K
Neon	Ne	Kalsiyum	Ca

İlk 20 elementin dışında hayatta sıkça kullanılan diğer elementlerin ad ve sembolleri Tablo 1.4'te verilmiştir.

Tablo 1.4: Yaygın Kullanılan Bazı Elementlerin Ad ve Sembolleri

Element Adı	Sembolü	Element Adı	Sembolü	Element Adı	Sembolü	Element Adı	Sembolü
Krom	Cr	Nikel	Ni	Gümüş	Ag	Platin	Pt
Mangan	Mn	Bakır	Cu	Kalay	Sn	Altın	Au
Demir	Fe	Çinko	Zn	İyot	I	Cıva	Hg
Kobalt	Co	Brom	Br	Baryum	Ba	Kurşun	Pb

1.3.2. Bileşik Formül ve Adları

İki ya da daha fazla elementin sabit kütle oranında birleşmesiyle oluşan saf maddelere **bileşik** denir. CO_2, NH_3, H_2O, HNO_3 gibi maddeler bileşik örnekleridir.



Resim 1.52: Çinko metali (Zn)

Bileşiklerin Özellikleri

- Saf ve homojendir.
- Farklı cins atom, aynı cins moleküllerden oluşur.
- Bileşiği oluşturan elementler sabit kütle oranında birleşir.
- Elementler bileşik oluştururken özelliklerini kaybeder.
- Formüllerle gösterilir.
- Belirli ayırt edici özellikleri vardır.(erime, kaynama noktası, özkütle vb.)
- Kimyasal yöntemlerle oluşur ve ayrıştırılır.

Günlük hayatta sık kullanılan bazı bileşiklerin sistematik adından çok, yaygın adları kullanılır. Bu kullanılan bileşiklerin yaygın adları Tablo 1.5'te verilmiştir.



Resim 1.53: Kezzap (HNO_3)

Tablo 1.5: Bazı Bileşiklerin Yaygın Adları

Formülü	Yaygın Adı	Formülü	Yaygın Adı
H_2O	Su	NH_3	Amonyak
HCl	Tuz ruhu	NaCl	Yemek tuzu
H_2SO_4	Zaç yağı	NaOH	Sud kostik
HNO_3	Kezzap	KOH	Potas kostik
CH_3COOH	Asetik asit (sirke asidi)	KNO_3	Güherçile
$CaCO_3$	Kireç taşı	$CuSO_4$	Göz taşı
CaO	Sönmemiş kireç	$NaHCO_3$	Yemek sodası
$Ca(OH)_2$	Sönmüş kireç		



Resim 1.54: Güherçile (KNO_3)

1. 2 Uygulama Soruları

Aşağıdaki tabloda verilen bileşiklerin yaygın adları ve formülleri eksik olanları tamamlayınız.

Formül	Yaygın Adı	Formül	Yaygın Adı	Formül	Yaygın Adı	Formül	Yaygın Adı
NaCl			Tuz ruhu	KNO_3		NaOH	
	Kireç taşı	NH_3			Asetik asit	HNO_3	

4. BÖLÜM

KİMYA UYGULAMALARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

- *Kimya laboratuvarında iş sağlığı ve güvenliği kurallarına neden uyulmalıdır?*
- *Kimyasal maddelerin insan sağlığı ve çevre üzerinde ne gibi etkileri olabilir?*

1.4.1. Kimya Laboratuvarlarında Uyulması Gereken İş Sağlığı ve Güvenliği Kuralları

Laboratuvarda karşılaşılabilecek tehlikelerin önüne geçmek için gerekli tedbirlerin önceden alınması gerekmektedir. Laboratuvarda çalışma ortamına göre farklı tehlikeler mevcuttur. Laboratuvarda çalışırken zarar görmemek için güvenlik işaretlerine dikkat edilmelidir. Örneğin yanıcı maddeler ateşten uzak tutulmalı, toksik maddeler teneffüs edilmemeli, asit ve bazlar deriye temas ettirilmemelidir. Gerektiğinde koruyucu gözlük kullanmalıdır. Kullanılan kimyasal maddeler çevreye zarar vermemek için atık toplama kaplarında biriktirilip uzman kişilere teslim edilmelidir.

Güvenlik ve sağlık açısından aşağıda belirtilen kurallar ve sembollerin anlamları öğrenilip laboratuvarda daha dikkatli olunmalıdır.

Güvenlik Kuralları

- Laboratuvarda deneye başlamadan önce deney notlarını okuyunuz.
- İlk yardım çantası ve ecza dolabı ile ilgili bilgi edininiz.
- Laboratuvarda sorumlu öğretmenle birlikte çalışınız.
- Deney esnasında sıçrayan kimyasal maddeleri hemen temizleyiniz.
- Sıvıları ısıtmadan önce kaynama taşı ekleyiniz.
- Hava çıkışı olmayan hiçbir sistemi ısıtmayınız.
- Kimyasal karıştırılan ya da ısıtılan bir kabı kendi yüzünüze veya başkasının yüzüne doğru kesinlikle tutmayınız.
- Kimyasalları çeker ocakta (aspiratör) buharlaştırınız.
- Isıtıcıları kullandıktan sonra mutlaka kapatınız.
- Yanıcı maddelerin yanında alev kullanmayınız.
- Kimyasal maddeler ve kullanılan araç-gereçlerle şaka yapmayınız.
- Prizleri doğrudan kullanmayınız. Elektrik gereken deneylerde mutlaka güç kaynağı kullanınız.
- Kimyasalların deri ile teması hâlinde deriyi su ile yıkayınız.
- Giysilerinizi laboratuvara uygun olarak seçiniz.
- Laboratuvarda yiyecek ve içecek bulundurmayınız.
- Pipeti ağzınızla kullanmayıp daima puar kullanınız.
- Sıçramaların olabileceği her yerde koruyucu gözlük kullanınız.
- Kimyasalları tatmayınız ve koklamayınız.
- Asidin üstüne suyu asla dökmeyiniz. Suyun üstüne asidi yavaş yavaş ekleyiniz. Asit-baz dökülmelerini hemen sorumlu öğretmene bildiriniz.
- Deneyden sonra çalışılan alanı mutlaka temizleyiniz.
- Her kullanımdan sonra tüm malzemeleri yerlerine koyunuz.
- Sıvı kimyasalları zemine en yakın yerde saklayınız.
- Cam malzemeler kullanılırken son derece dikkatli ve titiz olunuz.
- Kimyasalların konulduğu kapların üzerine içindeki maddenin ismini ve tehlikesini yazınız.
- Cıva ile deney yapmayınız. Deneylerde cıva kullanımı yasaklanmıştır.
- Derslerin bitiminde genel düzeni ve elektriği kontrol ediniz.
- Farkına vardığınız aksaklığı mutlaka sorumlu öğretmene bildiriniz.

Laboratuvar Güvenliği Uyarı Piktogramları

Piktogram	Tehlikenin anlamı ve alınması gereken önlemler
	ISI GÜVENLİĞİ Bu piktogram, yapılacak işlemde çok sıcak bir yüzeyin veya ısıtıcının olduğunu gösterir. El, ayak ve diğer organların yanmaması için ısıya dayanıklı eldiven kullanılmalıdır.
	GÖZ GÜVENLİĞİ Bu piktogram, deneye başlamadan önce gözlük takmak gerektiğini belirtir. Gözlüksüz çalışılırsa göz sağlığı için zarar vericidir.
	ELBİSE GÜVENLİĞİ Bu piktogram, laboratuvar deneylerinde kullanılan malzemelerin elbiselere sıçrayarak aşındırıcı etkisinden korunmak için önlük veya tulum kullanılmasının uygun olacağını gösterir.
	KESİCİ/DELİCİ CİSİM GÜVENLİĞİ Bu piktogram, yapılacak işlemlerde kesici/delici gereçlerin kullanıldığını ve işlemler sırasında yaralanmalara yol açabileceğini belirtir.
	SICAK CİSİM GÜVENLİĞİ Bu piktogram, yapılacak işlemde bir ısıtıcı ya da sıcak bir yüzeyin olduğunu gösterir. El, ayak ve diğer organların yanmaması için özen gösterilmelidir.
	KIRILABİLİR CAM GÜVENLİĞİ Bu piktogram, cam malzemelerin kırılabileceğini gösterir. Cam malzemelerin aşırı ısıtılmaması ve ani sıcaklık değişimlerine maruz kalmaması sağlanmalıdır.
	YANGIN GÜVENLİĞİ Bu piktogram, yapılacak işlemlerde yangın çıkmaması için gerekli önlemlerin alınması gerektiğini ifade eder.
	TOKSİK (ZEHİRLİ) MADDE GÜVENLİĞİ Bu piktogram, uygulanacak işlemlerde zehirli kimyasal maddenin kullanıldığını belirtir. Bu madde kullanılırken maddenin ambalajında yer alan tehlike piktogramları okunarak gerekli önlemler alınmalıdır.
	ELEKTRİK GÜVENLİĞİ Bu piktogram, yapılacak işlemlerde elektriği şehir hattından kullanmak gerektiğini; güç kaynağı kullanırken iletken kısımlara dokunmanın tehlikeli olacağını belirtir.

İş Sağlığı ve Güvenliği Amacıyla Kullanılan İşaretler ile Anlamları

İnsanlar tarafından günlük hayatta birçok tehlikeli kimyasal madde kullanılmaktadır. Bu tehlikeli maddelerin yanıcı, yakıcı, korozif, patlayıcı, tahriş edici, zehirli (toksik), çevreye zararlı ve radyoaktif etkileri vardır. Kimyasal maddelerin tehlike piktogramlarını (güvenlik sembolü) bilmek insan hayatı için çok önemlidir. Bu piktogramlar aşağıda gösterilmiştir.

Kimyasal Maddelerin Tehlike Piktogramları

Sembol	Tehlikenin anlamı ve alınması gereken önlemler
	YANICI Yanıcı ve parlayıcıdırlar. Alevlenme noktası sıfır derecenin altında ve kaynama noktası 35 dereceye kadar olan sıvılar için kullanılır. Isıtıldığında yangına neden olabilir. Ateş, kıvılcım ve ısı kaynaklarından uzak tutulmalıdır. Sadece orijinal kabında muhafaza edilmelidir.
	OKSİTLEYİCİ, YAKICI MADDE Havasız ortamda bile yanabilirler. Yanabilen maddelerle karıştırılırsa patlayabilir. Tutuşturucularla teması önlenmelidir.
	KOROZİF (AŞINDIRICI) Metalleri ve canlı dokuları aşındırabilen maddelerdir. Deriye ve göze hasar verirler. Göz ve deriyi korumak için önlemler alınmalıdır. Koruyucu giysi giyinmeli ve buharı solunum yoluyla alınmamalıdır. Metallerle temas ettirilmemelidir.
	PATLAYICI Kıvılcım, ısınma, alev, vurma, çarpma ve sürtünmeye maruz kaldığında patlayabilir. Ateş, kıvılcım ve ısıdan uzak tutulmalıdır. Uygun mesafede durulmalı ve koruyucu giysi giyilmelidir.
	TAHRİŞ EDİCİ Alerjik deri reaksiyonlarına neden olur. Ozon tabakasına zarar verebilir. Vücuda ve göze temasından kaçınılmalıdır. Koruyucu giysi giyilmelidir.

	**TOKSİK (ZEHİRLİ)** Ağız, deri ve solunum yolu ile zehirlenmelere neden olur. Kanserojen etki yapabilir. Vücut ile temas ettirilmemelidir. Zehirlenme belirtileri görüldüğünde tıbbi yardım alınmalıdır.
	**RADYOAKTİF** Radyasyona neden olur. Canlı dokularına kalıcı hasar veren kanserojen etki yapar. Bu işaretin bulunduğu yerlerden uzak durulmalıdır. Bu işaretin olduğu yerlerde çalışmak zorunda kalınırsa özel kıyafetler giyilmeli ve özel tedbirler alınmalıdır.
	**ÇEVREYE ZARARLI (EKOTOKSİK)** Su ve doğadaki canlılara zarar vericidir. Su ve doğaya kontrolsüz atılmamalıdır.

1.4.2. Kimyasal Maddelerin İnsan Sağlığı ve Çevre Üzerindeki Etkileri

Kimyasal maddeler olmadan hayat olur mu? Kullanılan kimyasal maddelerin hepsi faydalı mıdır? Bunların zararları da olabilir mi?

Doğada bulunan çok sayıda kimyasal madde vardır. Bu kimyasalların insan sağlığı ve çevre üzerinde birçok etkisi bulunur. Kullanılan çok sayıda kimyasalın yararları yanında zararları da vardır. Bu maddeler özellikle beslenmede kullanılırken vücut için gereken dozlarda (miktar) alınmasına dikkat edilmelidir. Bu kimyasalları sanayi ve endüstri amaçlı kullanırken çevreye karşı olumsuz etkilerini en aza indirmek için önlemlerin alınması gerekir. Bazı kimyasalların insan sağlığı ve çevre için önemi aşağıdaki örneklerde verilmiştir.

a) Na, K, Fe, Ca, Mg, H_2O Maddelerinin İnsan Sağlığı ve Çevre İçin Önemi

Sodyum (Na)

"Sodyum" (Na) hücre dışındaki katyonlar arasında en çok bulunan elementtir. Sodyum vücudun asit-baz dengesini düzenler. Aynı zamanda organizmadaki ozmotik basıncın oluşmasına katkıda bulunur ve vücudun su tutmasını sağlar. Sodyum; kas hücrelerinin kasılmasında, hücre içi ve hücreler arası ortam arasındaki su ve elektrolit geçişlerinde görev alan bir elementtir. Günlük besinlerle alınan sodyumun miktarı yaklaşık 3 g kadardır. Sodyum vücuttan terleme ve idrar ile atılır. Fazla terleme ile kaybedilen tuz miktarı kadar tuz gıdalarla telafi edilmelidir. Vücuttaki tuz fazlalığı da tuz azlığı da vücutta olumsuz sonuçlar yaratır. Fazla tuz tüketen kişilerde kandaki tuz miktarı artar. Bu durum tansiyon yükselmesine ve damar sertliğine neden olabilir. Vücutta sodyum miktarının azalması vücudun elektrolit dengesini bozarak kusma, kas güçsüzlüğü ve ağrıları, bilinç bulanıklığı ve solunum yetmezliğine yol açabilir.


Resim 1.55: Deniz tuzu

Sodyum yer kabuğunda en fazla bulunan elementlerdendir. Sodyum aktif bir metal olduğundan doğada bileşikler hâlinde bulunur. Sodyumun çevredeki en önemli bileşikleri sodyum klorür (NaCl), sodyum karbonat (Na_2CO_3), sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$), sodyum hidroksit (NaOH), sodyum nitrattır ($NaNO_3$). Deniz suyunda % 2-3 arasında NaCl vardır (Resim 1.55). Sodyumun diğer katyonlara göre oranı tarımda önemli yer tutar. Sodyum oranının yüksek olması, toprağın su geçirgenliğinde rol oynar.

Potasyum (K)

Potasyum vücut işlevlerinin çok önemli bir bölümünde yaşamsal öneme sahip bir elementtir. Bütün hücrelerde potasyum elementi bulunur. Potasyum; sinir sistemi, kalp ve kasların çalışması ve kandaki glikoz miktarının korunması için gereklidir. Sodyumla beraber vücut sıvısının elektrolit dengesini sağlar. Vücut için gerekli olan potasyumun %90'ı yiyeceklerden temin edilir (Resim 1.56).



Resim 1.56: Potasyum içeren gıdalar

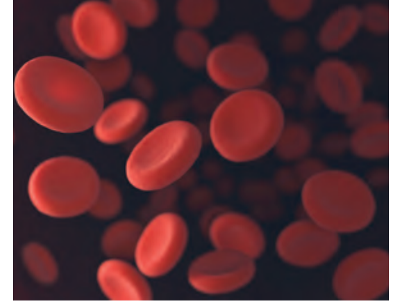
Vücutta potasyumun yetersiz olması durumunda kas tembelliği, yorgunluk hissi, tedirginlik, böbreklerde fonksiyon bozuklukları, ayaklarda ödem, eklem ve kemiklerde ağrılar, iştahsızlık, kalp yetmezliği gibi belirtiler ortaya çıkabilir. Böbrek yetmezliğinde potasyum idrarla atılamadığından hiperkalemi oluşur. Hiperkalemi, hayatı tehdit eden komplikasyonlardan biridir.

Potasyum elementi çok aktif bir metal olduğundan doğada bileşikleri hâlinde bulunur. Bu elementin doğadaki önemli bileşikleri potasyum nitrat (KNO_3) ve potasyum hidroksittir (KOH). Potasyum yer kabuğunda en fazla bulunan elementlerdendir. Fakat doğal sulardaki potasyum miktarı çok azdır. Potasyum çevredeki bitkiler için alınması gereken temel (makro) elementlerdendir. Potasyum, bitkilerin gelişimi ve su dengesinin düzenlemesine yardımcı olur.

Demir (Fe)

Demir insan sağlığı için en önemli elementlerden biridir. Kandaki alyuvarlarda olan hemoglobinin yapısında bulunur (Resim 1.57). Hücrelere oksijen taşımada görev yapar. Demir insan vücudunda 4-5 gr kadar bulunur. Demir elementinin eksikliğinde veya fazlalığında çeşitli hastalıklar ortaya çıkar. Vücuttaki demir eksikliğinde hücrelere yeterli miktarda oksijen taşınamaz. Vücutta demir eksikliğine bağlı olarak kansızlık, yorgunluk ve halsizlik görülür. Vücutta demir fazlalığında kalp ve karaciğer zarar görür. Demir fazlalığı düzenli kan verilerek giderilebilir.

Yerkabuğunda ve Dünya'nın merkezindeki çekirdekte yoğun olarak bulunan demir, dünyada manyetik alanın oluşmasını sağlar. Yer kabuğunda demir, mineraller hâlinde bulunur. Başlıca demir mineralleri manyetit (Fe_3O_4), hematittir (Fe_2O_3). Demir mineralleri çelik alaşımı üretiminde kullanılır.



Resim 1.57: Demir içeren hemoglobin

Kalsiyum (Ca)

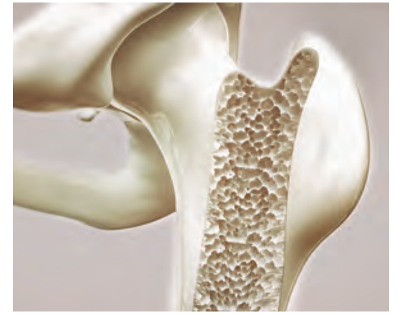
Kalsiyum, insan vücudunda en fazla bulunan elementtir. Vücutta bulunan kalsiyumun büyük bir kısmı kemik ve dişlerin yapısında bulunur (Resim 1.58). Kemiklerin yapısında kalsiyum fosfat [($Ca_3(PO_4)_2$] tuzu olarak bulunur. Kalsiyum ayrıca kanın pıhtılaşmasında da görev alır.

Kalsiyum eksikliği Raşitizm hastalığına neden olur. Vücut gelişimi yavaşlar. Kalsiyum kasların gerginliğinde, kalbin çalışmasında, gebelik ve doğumdan sonra süt yapımında görev yapar.

Kalsiyum yeryüzünde en çok bulunan elementlerdendir. Kalsiyum aktif metal olduğu için doğada bileşikleri hâlinde bulunur. Kayaçların yapısında mineralleri hâlinde bulunur. Kalsiyumun doğadaki önemli mineralleri kalsit ($CaCO_3$), florit (CaF_2) dolomit [$CaMg(CO_3)_2$].

Kalsiyum bitkilerde kök ve meyve gelişimini sağlar. Toprakta yeterli miktarda kalsiyum bulunmazsa bitki gelişimi yavaşlayarak, meyve ve yaprak çürümeleri oluşur.

Kalsiyum bileşiği olan kalsiyum karbonattan çimento ve kireç üretimi yapılır.



Resim 1.58: Kalsiyum içeren kemik

Magnezyum (Mg)

Vücutta bulunan magnezyum, yaklaşık % 60 oranında kemik ve dişlerin yapısında yer alır. Sinirlerin uyarılmasını ve kasların kasılmasını sodyum, potasyum, kalsiyum mineralleri ile düzenler. Magnezyum enerji metabolizmasında rol alan pek çok enzimi etkin hâle getirir. Vücudun magnezyuma olan günlük ihtiyacı 300-350 mg civarındadır. Magnezyum su, oksijen ve temel besinlerden sonra vücuttaki en önemli minerallerden biridir. Vücut gelişiminde görev yapar. Magnezyum eksikliğinde aşırı susama sonucu bol su tüketimi ve kas kasılmaları oluşur.

Aktif metal olduğu için doğada bileşikleri hâlinde bulunur. Doğadaki önemli minerali manyezit ($MgCO_3$) ve dolomittir. Kalsiyum ve magnezyum bileşikleri suda az çözündüğü için Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyonları sularda sertlik oluştururlar.

Magnezyumun önemli bir bileşiği olan magnezyum oksitin (MgO) erime noktası yüksektir. Bu nedenle magnezyum oksit; yüksek sıcaklıklı fırın ocaklarının içine döşenen tuğlalarda, sıvalarda kullanılır. Böylece, 2000 derecenin üzerindeki sıcaklığa dayanabilen ocaklar yapılabilir. Ayrıca magnezyum oksit kuvvetli asitlerle olan zehirlenmelerde panzehir olarak kullanılır.

Magnezyum bitkilerde klorofilin yapısında yer alır. Fotosentezde şeker, yağ ve nişasta oluşumuna katkıda bulunur. Topraktaki magnezyum eksikliğinde bitkilerde gelişme yavaşlar, tohum ve meyve verimi azalır.

BİLGİ KUTUSU

Fındık, tahıl ve deniz ürünleri magnezyum yönünden zengin besinlerdir. Yapraklardaki yeşil renk klorofil pigmentindeki magnezyumdan kaynaklanır.

Su (H_2O)

Hayatımızın vazgeçilmezi su, dünyanın ve insan vücudunun yaklaşık %75'ini oluşturur. Doğal bir kimyasal olan su, hücrelerin yaşamsal faaliyetlerinin sürdürülmesi, vücut fonksiyonlarının yerine getirilmesi ve vücudun su dengesinin korunmasında önemli rol üstlenir. Vücutta biriken toksinleri (zehirleri) atmak, vücudun ısı dengesini sağlamak için yeterli miktarda suya ihtiyaç vardır. Bu yüzden bir insanın günlük içeceği su miktarı ortalama 2,5 litre olmalıdır. Bu su miktarı bir kerede değil gün içinde aralıklarla içilmelidir. Çok fazla su içmenin de zararları olabilir. Böbreklerin belli bir oranda su atma kapasitesi vardır. Fazla ya da az su tüketilmesi vücut sıvısının elektrolit dengesini bozar.

Suyun çevre açısından çok önemli görevleri vardır. Dünyada doğal sera etkisine en çok katkısı olan madde su buharıdır. Su buharı güneşten gelen ışınları tutarak atmosfer sıcaklığının düşmemesini sağlar. Su canlıların temel ihtiyaç maddesidir. Bitkilerin fotosentez yapması, hücrelere besinlerin taşınması, biyokimyasal olaylar su ile gerçekleşmektedir.

b) Hg, Pb, CO_2, NO_2, SO_3, CO, Cl_2 Maddelerinin İnsan Sağlığı ve Çevre Üzerindeki Zararlı Etkileri

Cıva (Hg)



Resim 1.59: Cıva

Termometrelerin, barometrelerin, difüzyon pompalarının ve daha birçok laboratuvar araçlarının yapımında kullanılır. Cıva buharlı lambaların ve reklam ışıklandırmalarının, diş hekimliğinde kullanılan bazı alaşımların, boya, böcek öldürücü ilaç ve pillerin yapısında bulunur. Cıva doğada bozulmadığından ve kolay buharlaşabildiğinden cıva buharları ve cıva bileşikleri insan ve çevre sağlığı bakımından çok tehlikeli bir toksittir. Gıdalar ve içme suyu ile insan vücuduna giren cıva; bazı nörolojik hastalıklara, sinir sistemi bozulmalarına, kansere, böbrek, karaciğer, beyin dokularının ve kromozomların zarar görmesine neden olur (Resim 1.59).

Kurşun (Pb)



Resim 1.60: Kurşun içeren egzoz gazı

Kurşun, çevre kirliliği oluşturan ve insan sağlığına toksik etki yapan ağır bir metaldir. Kurşun endüstride daha çok pil yapımında, akü imalatında, yakıtlarda katkı maddesi olarak, radyasyon koruyucu, yalıtkan kablo, boya, lehim, folyo ve çeşitli alaşımların üretiminde kullanılır. Kurşun biyolojik olarak parçalanmadığından toksik etkisi giderilemez. Kurşun vücuda içme suyu, besin zinciri yolu ile girebilir ve akciğerlere kadar ulaşır (Resim 1.60). Akciğerlerden emilerek kana karışır. Kan ile karaciğer, böbrek, beyin ve kas gibi yumuşak dokulara ulaşır ve kemik ve diş gibi sert dokularda birikirek işitme, sinir sistemi bozukluklarına, hemoglobin miktarında azalmaya, kansızlığa, mide ağrısına, böbrek ve beyin iltihabına, özellikle kansere ve ölüme neden olur. Çocuklarda ise bilinç ve davranış bozukluklarına yol açar.

Karbon dioksit (CO_2)

Karbon dioksit atmosferde hacimce on binde bir oranında bulunan bir gazdır. Odun, kömür ve petrol gibi yakıtların tam yanması sonucu oluşan karbon dioksit gazı atmosfere yayılarak atmosferin karbon dioksit oranını arttırır. Endüstrinin gelişmesiyle birlikte atmosferdeki karbon dioksit gazı miktarı hızla artmaktadır. Karbon dioksit gazının artışı sera etkisi yaratarak küresel ısınmaya neden olmaktadır. Karbon dioksit gazı atmosferdeki sera etkisine en fazla katkı sağlayan gazdır (%77). Sera etkisi ile atmosferdeki iklim değişiklikleri sonucu bazı bölgelerde kuraklığın oluşmasına neden olmaktadır.

Karbon dioksit gazı zehirli bir gaz değildir. Bu yüzden insan sağlığına zararı azdır. Fakat hava kirliliği oluşturarak çevreye zarar verir.

Azot dioksit (NO_2)

Azot dioksit hava kirliliğine neden olan kahverengi, boğucu, zehirli, kokulu ve kolay reaksiyona girebilen bir gazdır. Azot dioksit insan sağlığı ve çevre için zararlı bir gazdır. Azot dioksit gazının salınımına en fazla motorlu taşıtlar neden olur. Yüksek sıcaklıkta gerçekleşen yanma olayları sırasında havadaki azot gazı oksijen ile birleşerek azot monoksit (NO) ve az miktarda da azot dioksit (NO_2) oluşturur. Azot monoksit, oksijen gazı ile birleşerek azot dioksite dönüşür. Oluşan azot dioksit havadaki su buharı ile birleşerek nitrik asit oluşturur ve böylece asit yağmurları oluşur. Bu asit yağmurları çevreye, insan sağlığına, tarihî eserlere, binalara ve bitki örtüsüne zarar verir (Resim 1.61).



Resim 1.61: Asit yağmurlarından zarar görmüş orman

Kükürt trioksit (SO_3)

Kükürt trioksit havadan ağır, yanıcı olmayan, zehirli bir gazdır. Fosil yakıtlarından ve araba egzozlarından çıkan kükürt dioksit (SO_2) gazı, havadaki oksijen ile ya da NO_2 ile tepkimeye girerek kükürt trioksit (SO_3) gazını oluşturur. SO_3 atmosferdeki su buharı ile etkileşerek asit yağmurlarına; asit yağmurları da solunum rahatsızlıklarına, suların kirlenmesine, kayaçların erozyonuna neden olur.

Karbon monoksit (CO)

Karbon monoksit gazı havadan ağır, yanıcı, kokusuz ve çok zehirli bir gazdır. Yakıtların yeterli olmayan miktarda oksijenle yanması sonucunda karbon monoksit gazı oluşur. İnsan vücudunda oksijen gazı hemoglobindeki Fe^{2+} iyonlarına bağlanarak hücrelere taşınır. Karbon monoksitin hemoglobinle bağlanma hızı oksijenden yaklaşık iki yüz kat daha fazladır. Ortamda karbon monoksit gazı varsa hemoglobinle hızla bağlanarak oksijenin hemoglobinle bağlanmasını engeller. Bu durum hücrelere yeterli oksijen gitmediğinden zehirlenmelere, boğulmalara hatta ölümlere neden olur.

BİLGİ KUTUSU

Kış aylarında bacalar düzenli olarak temizlenmez ve rüzgârlı havalarda sobaların hava delikleri kapatılır ise yakıtlar yeterli miktarda oksijen almaz ve tam olarak yanmaz. Bu durumda yanma sonucunda oluşan karbon monoksit gazı zehirlenmelere neden olur.

Klor gazı (Cl_2)

Klor gazı su arıtımında, kuş gribinde, havuzlarda, kanalizasyonlarda dezenfektan madde olarak kullanılır. Suların dezenfeksiyonu için klor kullanılması güvenli değildir. Çünkü klor gazı zehirli bir gazdır. İnsan sağlığına zararlı, kanserojen bir maddedir. Klor gazının burun, göz, kulak gibi organlarda tahriş edici etkisi vardır. Klor gazının tahriş edici etkisi sulardaki klor miktarına göre değişir. Klor bütün bakteriler ve virüsler üzerinde etkili olamaz.

Klorun çevreye de zararları vardır. Fazla miktarda kullanılan klor; seramikleri, derz dolgularını ve su depolarını yıpratarak zarar verir.

1.4.3. Kimya Laboratuvarında Kullanılan Bazı Temel Malzemeler

Kimya laboratuvarlarında yapılan deneyler yeni icatların ortaya çıkmasını sağlar. Deneylerde kullanılan malzemelerin özelliklerini ve hangi maddeleri hangi malzemelerle kullanmak gerektiğini bilmek sağlıklı deneyler yapmak için önemlidir.

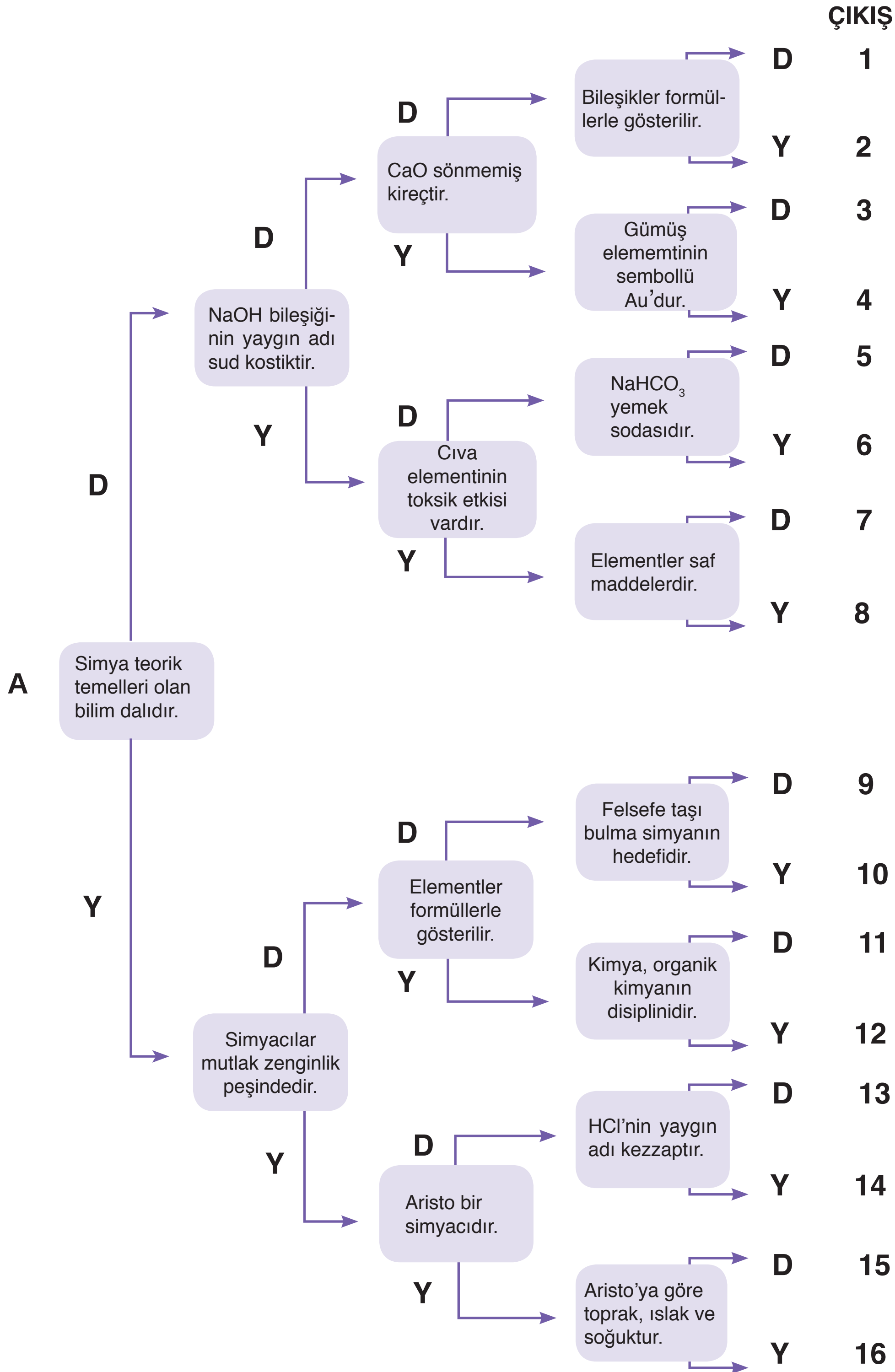
Laboratuvarda Bulunan Temel Araç Gereçler

	BEHERGLAS Çözelti hazırlama, maddelerin karıştırılması, aktarılması, ısıtma ve kristallendirme gibi birçok işlemde kullanılan silindirik biçimli cam malzemelerdir. Yüksek sıcaklığa dayanıklı temper camdan üretilmiştir. Ayrıca ağız kısmı sıvının kolayca akması için olukludur.
	ERLENMAYER Dibi düz, koni biçimli cam malzemedir. Özellikle analitik kimya laboratuvarlarında titrasyon işlemlerinde kullanılır. Çözelti hazırlamak, saklamak, kristalizasyon ve birçok işlem için kullanılmaktadır.
	DERECELİ SİLİNDİR (MEZÜR) Saf sıvıların ve çözeltilerin hacmini ölçmek için kullanılan, üzerinde mililitre (mL) cinsinden bölmeler bulunan cam kaplardır. Genel olarak 50-1000 mL arası sıvıların hacmini ölçer. Temel kimya ve analitik kimya laboratuvarı derslerinde saf su ya da tampon çözelti gibi sıvı maddelerin ölçülerek kullanılmasını sağlayan cam malzemedir. Mezür hassas sıvı ölçümlerinde kullanılır.
	PİPET Çok hassas ve az miktardaki sıvı hacimlerinin ölçümünde, sıvı maddeleri istenilen ölçüde bir kaptan diğer kaba aktarmada kullanılan cam malzemelerdir. Laboratuvarda dereceli olarak en çok 1 mL, 5 mL, 10 mL'lik pipetler kullanılır.
	DENEY TÜPÜ İnce ve uzun, bir tarafı kapalı bir tarafı açık, içine kimyasalların konulduğu 100 °C sıcaklığa dayanabilen deney aracıdır. Maddelerin birbirleriyle etkileşimini gözlemlemek amacıyla kullanılan silindirik biçimli, küçük çaplı cam malzemelerdir.
	CAM BALON İçinde bazı kimyasal reaksiyonların gerçekleştirildiği, çözelti hazırlamada, ısıtma ve kaynatma işlemlerinde ve geri soğutucuya takılarak çeşitli deney düzeneklerinin hazırlanmasında kullanılan cam malzemelerdir. İki veya üç ağızlı olanları da vardır.

	BALON JOJE Çözeltilerin hazırlanmasında kullanılan cam malzemelerdir. 25, 50, 100, 250, 500 ve 1000 mL hacimli balon jojeler vardır. Titrasyon işlemlerinde ayarlı çözelti hazırlamak ve saklamak için kullanılır. Balon jojelerin şilifleri (kapak) vardır ve ince boyun kısımlarında kabın ölçü çizgisi net olarak belirtilmiştir. Balon joje ile sıvı hacimleri hassas olarak ölçülür. Dikkat edilmesi gereken şey, balon joje içine konulan sıvının sıcaklığının balon joje üzerinde belirtilen sıcaklıkta olması gerektiğidir. Bu sıcaklık genellikle 20 °C'dir.
	BÜRET Titrasyon işlemlerinde ve belli hacimde sıvı alınmasında kullanılan altı musluklu, genellikle 25-50-100 mL hacimli, üzeri çizgilerle derecelendirilmiş boru şeklindeki cam malzemedir. Büretlerin hem otomatik hem de manuel olanları vardır. Titrasyon işlemlerinde sıvı hacimlerini ölçmede kullanılır.
	AYIRMA HUNİSİ Sıvı-sıvı heterojen karışımların kontrollü bir şekilde ayrılmasını sağlayan cam malzemelerdir. Birbiri ile karışmayan sıvıları ayırmada ve ekstraksiyon (çekme) işlemlerinde kullanılır.
	TERMOMETRE Tepkime ortamının sıcaklığını ölçmede kullanılan cam araçlara denir. Ölçülen sıcaklığın birimi derecedir. Termometreler, maddelerin sıcaklık derecelerini sayı ile ölçen araçlar olarak da tanımlanabilir.
	SOĞUTUCU Tepkime ortamının ısıtılmasında balon üzerine takılan, ısıtmayla buharlaşan çözücünün geri kazanılmasını sağlayan soğutuculu cam malzemedir. Isıtma işlemine başlamadan önce soğutucudan soğutma suyu geçirilmelidir böylelikle kaynama devam ederken çözücünün de buharlaşması engellenmiş olur. Soğutucular, maddeleri gaz fazından sıvı fazına dönüştürür.

1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) 1. Aşağıda birbiri ile bağlantılı doğru **(D)** ya da yanlış **(Y)** ifadeler içeren tanılayıcı dallanmış ağaç tekniğinde bir soru verilmiştir. "A" ifadesinden başlayıp, cümlenin doğru veya yanlış olduğuna karar vererek ilgili ok yönünde ilerleyiniz. Her bir cevap bir sonraki aşamayı etkileyecektir. Vereceğiniz cevaplarla 16 çıkış noktasından doğru çıkışı bulunuz.



B) Aşağıdaki tabloda bazı doğal kimyasalların; vücuttaki görevleri, günlük alınması gereken miktarları (dozaj), eksik alınması durumunda belirtileri ve fazla alınması durumunda da zararları verilmiştir. İrem, İpek, Kemal ve Semih'in 17-40 yaş aralığında olduğu biliniyor.

Doğal Kimyasal	Vücuttaki görevleri	Eksikliğindeki belirtileri	Aşırı alımlardaki zararları
Demir (Fe)	Hemoglobinin yapısında bulunur. Hücrelere oksijen taşınmasında görev yapar.	Kansızlık, yorgunluk ve halsizlik görülür.	Kalp ve karaciğer hastalıklarına neden olur.
Sodyum (Na)	Vücudun asit baz dengesini, organizmada ozmotik basıncın oluşmasını sağlayarak vücudun su tutmasını, kasların kasılmasını ve vücudun elektrolit dengesini sağlar.	Vücudun elektrolit dengesi bozulur. Kusma, kas güçsüzlüğü, bilinç bulanıklığı ve solunum yetmezliği görülür.	Damar sertliği ve yüksek tansiyona neden olur.
Potasyum (K)	Sinir sistemi, kalp ve kasların çalışmasını, kandaki glikoz miktarının korunmasını ve vücut sıvısının elektrolit dengesini sağlar.	Kas tembelliği, yorgunluk, tedirginlik, böbrek fonksiyonlarında bozukluk, vücutta ödem ve kalp yetmezliği görülür.	Hiperkalemi oluşur ve hayatı tehdit eden komplikasyonlara neden olur.

Tablodaki verilere göre;

2. İrem, günlük alınması gereken demir elementini yetersiz alması durumunda hangi sağlık sorunları ile karşılaşabilir?

3. Kemal, aşırı sodyum içeren gıdalarla beslendiğinde ne gibi sağlık sorunları yaşayabilir?

4. Semih'e kan tahlili ve EKG sonuçlarından hiperkalemi teşhisi konuluyor. Bunun nedeni hangi elementin böbreklerden dışarı atılamamasıdır?

5. İpek, yeterli miktarda sodyum elementini gıdalar yoluyla tükettiğinde İpek'in vücudunda hangi görevler sağlıklı bir şekilde yerine getirilir?

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

6. Simya nedir, simyanın amaçları ve hedefleri nelerdir?
7. Simya ile kimya bilimi arasındaki farkları açıklayınız.
8. Simyanın kimya bilimine katkıları nelerdir?
9. SO_3 ve CO'nun insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkileri nelerdir?
10. Empedokles, Aristo, Robet Boyle'nin element tanımlarını yapınız.
11. Kimya bilimi neden disiplinlere ayrılmıştır?
12. Kimya disiplinlerinden; organik kimya, anorganik kimya, endüstriyel kimya, biyokimyanın uğraş alanlarını yazınız.
13. Aşağıda formülü verilen bileşiklerin yaygın adlarını yazınız.

a) H_2SO_4	b) HNO_3	c) CH_3COOH
ç) $CaCO_3$	d) CaO	e) NH_3
f) NaCl	g) NaOH	ğ) KNO_3

14. Element nedir? Elementlerin genel özelliklerini yazınız.
15. Kimyager ve kimya mühendisi arasındaki farkları yazınız.
16. Yarı iletken teknolojiler hangi alanda kullanılır?
17. Yarı iletken teknolojilerinin Türkiye'nin bilimsel ve ekonomik gelişimine katkıları nelerdir?
18. Adli araştırmalarda kimyanın görevi ve katkıları nelerdir?
19. Bileşik nedir? Bileşiklerin genel özelliklerini yazınız.

Ç) Aşağıdaki cümleleri okuyarak yanlış ifadeleri belirleyiniz. Yanlış ifadelerin doğrusunu yazınız.

20. ☐ Robert Boyle'e göre sodyum hidroksit, kireç, su gibi bileşikler element sayılmıştır.
21. ☐ Simyacılar; ısıtma kabı, fırın, pota, imbik gibi araçları kullanmışlardır.
22. ☐ Simyacılar; plastik, cam, seramik, barut ve sabunu üretmişlerdir.
23. ☐ Kimyacılar toprak tahlili yaparak tarımda verimi arttırmaya yardımcı olurlar.
24. ☐ Dünyada doğal sera etkisine en çok katkısı olan madde su buharıdır.
25. ☐ Doğal kimyasal maddelerin hepsi yararlıdır.
26. ☐ Bileşikler kendilerini oluşturan elementlerin özelliklerini taşımaz.
27. ☐ $CaCO_3$ bileşiğinin yaygın adı kireç taşıdır.
28. ☐ Derişik asitler seyreltilirken asidin üzerine su ilave edilir.
29. ☐ Modern anlamda ilk element tanımını Aristo yapmıştır.
30. ☐ Güvenlik işareti toksik (zehirli) maddeyi gösterir.
31. ☐ Gıda üretimi ve işlenmesi; su arıtımıyla su kalitesinin iyileştirilmesi kimya mühendisinin uğraş alanıdır.

D) Aşağıdaki kutularda verilen ifadeleri uygun olan boşluklara yazınız.

Farmakoloji	Fizikokimya	Yarı iletken	HNO_3	Sönmemiş kireç	Kütlenin korunumu	Ca	
Anorganik kimya	H_2SO_4	Tahriş edici	Değişmez	Yüzey aktif	K	Büret	Nanotüp
Mezür	Gübreleme	Adli kimya	Zehirli	Sönmüş kireç	Arıtım	Fulleren	

32. _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ $Ca(OH)_2$'in yaygın adıdır.

33. Elementlerin kaynarken sıcaklığı _ _ _ _ _ _ _.

34. _ _ _ _ _ _ _elementlerin özelliklerini inceleyen kimyanın alt dalıdır.

35. _ _ _ _ _ _ _ _ _ yaygın adı zaç yağıdır.

36. _ _ _ _ _ _ _ _ _ kalsiyum elementinin sembolüdür.

37. Güvenlik işareti _ _ _ _ _ _ _ madde olduğunu gösterir.

38. Askeri alanlarda hedef belirleme, cep telefonlarındaki aydınlatmada _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
kullanılır.

39. Vitriol ile potasyum nitratın damıtılmasından _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ elde edilir.

40. İlaç üretimi kimyanın disiplini olan _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ 'nın alanına girer.

41. Karışımlardaki istenmeyen maddeleri uzaklaştırma işlemine _ _ _ _ _ _ _ _ denir.

42. Topraktaki mineral dengesini sağlamak için yapılan işleme _ _ _ _ _ _ _ _ _ denir.

43. Sporcuların doping olarak kullandıkları zararlı ve yasak olan kimyasal ilaçların tespiti _ _ _
_ _ _ _ _ 'nın uğraş alanıdır.

44. Sıvıların hacim ölçümleri _ _ _ _ _ _ _ _ _ ile yapılır.

45. Titrasyonun yapıldığı musluklu ve dereceli cam borulara _ _ _ _ _ _ _ _ denir.

46. Sabun ve deterjan gibi temizlik maddeleri _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ maddelerdir.

47. Nanoteknolojide karbon elementinin allotropu olan grafitten yapay olarak üretilen
_ _ _ _ _ _ _ _ _ kullanılır.

E) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

48. I. Sınama-yanılma yoluyla yapılır.
II. Damıtma, metal işleme gibi yöntemler keşfedilmiştir.
III. Atomun yapısı anlaşılmıştır.

Yukarıda verilen yargılardan hangileri simya ile ilgilidir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

49. I. Atom altı taneciklerin keşfi
II. Zaç yağının eldesi
III. Kütlenin Korunumu Yasası'nın oluşturulması

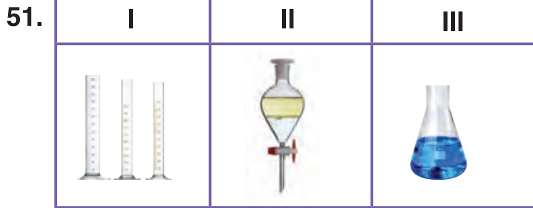
Yukarıdaki maddelerde belirtilen olayların bulunuş önceliğine göre sıralaması aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) I, II ve III B) III, II ve I C) I, III ve II D) II, I ve III E) II, III ve I

50. Aşağıdakilerden hangisi simyadan kimyaya aktarılan bulgulardandır?

A) Radyoaktif tepkimeler
B) Damıtma
C) Termodinamiğin yasaları
D) Polimerler
E) Organik maddelerin laboratuvarda sentezi

51.



Aşağıdakilerden hangisinde yukarıdaki laboratuvar araç gereçlerinin adları doğru verilmiştir?

	I	II	III
A)	Mezür	Beherglas	Erlenmayer
B)	Erlenmayer	Ayırma hunisi	Beherglas
C)	Mezür	Ayırma hunisi	Erlenmayer
D)	Erlenmayer	Ayırma hunisi	Mezür
E)	Ayırma hunisi	Mezür	Erlenmayer

52.

	Bileşik	Yaygın adı
I.	HCl	Tuz ruhu
II.	$NaHCO_3$	Sodyum bikarbonat
III.	CH_3COOH	Etanoik asit

Yukarıdaki bileşiklerden hangisinin yaygın adı doğru verilmiştir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

53. ● Analitik kimya ● Biyokimya ● Fizikokimya ● Anorganik kimya

Yukarıda verilen kimya disiplinleri seçeneklerde verilen alanlarla eşleştirildiğinde hangi seçenekteki ifade açıkta kalır?

A) Kan tahlili

B) Organik olmayan bileşiklerin etkileşimi

C) Tepkimelerde enerji dönüşümü

D) Kimyasalların kalite kontrolü

E) Plastik-lastik üretimi

54. Aşağıda verilen bileşiklerin yaygın adı hangisinde yanlış verilmiştir?

A) KOH : Potas kostik

B) HNO_3 : Kezzap

C) KNO_3 : Zaç yağı

D) $CaCO_3$: Kireç taşı

E) CaO : Sönmemiş kireç

55. Aşağıda verilen ifadelerden hangisi laboratuvar kurallarından biri değildir?

A) Kimyasal maddeler tadılmaz ve bu maddelere elle temas edilmez.

B) Laboratuvar güvenlik işaretleri görünür bir noktaya asılır.

C) Kimyasal maddeler deri ile temas edince bol su ile yıkanır tıbbi destek alınır.

D) Asitler metal kaplarda saklanır.

E) Elektrik kullanılan deneylerde güç kaynağı kullanılır.

56. I. Plastik eldesi

II. Petrolün rafinasyonu

III. Polimerlerin geliştirilmesi

Yukarıda verilenlerden hangileri petrokimyanın uğraş alanıdır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I, II ve III

57. Kimya projelerinin artması

I. Kimya biliminin gelişmesini

II. Bilgi birikiminin artmasını

III. Endüstri ve sanayi kimyasının gelişmesini sağlar.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

58. Nanoteknoloji ve yarı iletkenler için verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Nanoteknoloji kimyasal ve biyolojik olayların aydınlatılması ve nanometre boyutunda fonksiyonel malzemelerin üretimidir.

B) Dedektör, lazer, termal kamera yapımında yarı iletkenler kullanılır.

C) Yarı iletken teknolojilerinde kullanılan malzeme üretimi; kimya, fizik ve elektronik mühendislerinin ortak çalışmalarıyla olmaktadır.

D) Yarı iletken teknolojilerin gelişimi 18. yüzyılın sonuna doğru hız kazanmıştır.

E) Madde boyutu nanometre boyutuna kadar küçüldükçe bunların mekanik, optik, ısıl elektrik ve kimyasal özellikleri değişir.

59. Kimyasallarla ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlış verilmiştir?

A) Karbon monoksit, oksijenin hemoglobine bağlanmasını engeller.

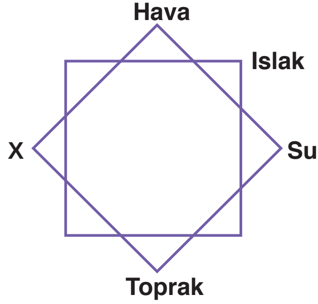
B) Aşırı kömür kullanımı küresel ısınmaya neden olur.

C) Doğal kimyasalların hiçbir zararı yoktur.

D) Vücuttaki kalsiyum yetersizliğinde Raşitizm hastalığı oluşabilir.

E) Aşırı su tüketimi vücut sıvısının elektrolit dengesini bozar.

60.



Aristotales'e göre her şey dört elementten oluşmuştur. Yukarıdaki şekilde gösterilen X elementi ve özellikleri aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

	X	Özellikleri
A)	Taş	Kuru-nemli
B)	Ateş	Kuru-sıcak
C)	Ateş	Sıcak-ıslak
D)	Ateş	Soğuk-kuru
E)	Asit	Islak-soğuk

61.

PİKTOGRAM	ETKİSİ
I.	tahriş edici
II.	yanıcı
III.	çevre kirliliği

Yukarıda verilen güvenlik işaretlerinin hangilerinin etkisi doğru verilmiştir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

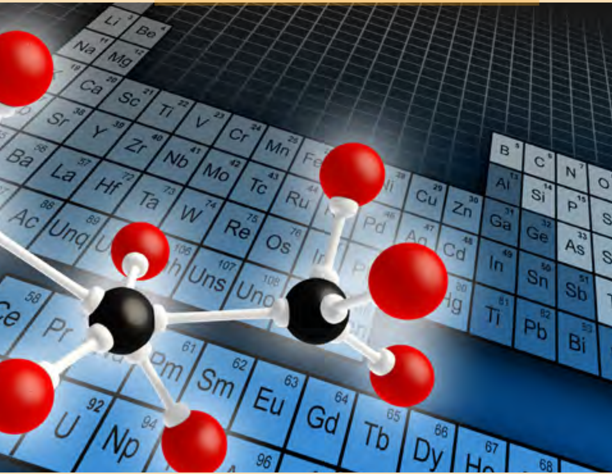
62. ● $CaCO_3$ ● H_2SO_4 ● HCl ● NaOH

Yukarıda formülü verilen bileşikler ile seçeneklerde yaygın adları verilen bileşikler eşleştirilirse hangi seçenek açıkta kalır?

A) Tuz ruhu B) Sönmemiş kireç C) Sud kostik D) Zaç yağı E) Kireç taşı

2. ÜNİTE

ATOM VE PERİYODİK SİSTEM



ANAHTAR KAVRAMLAR

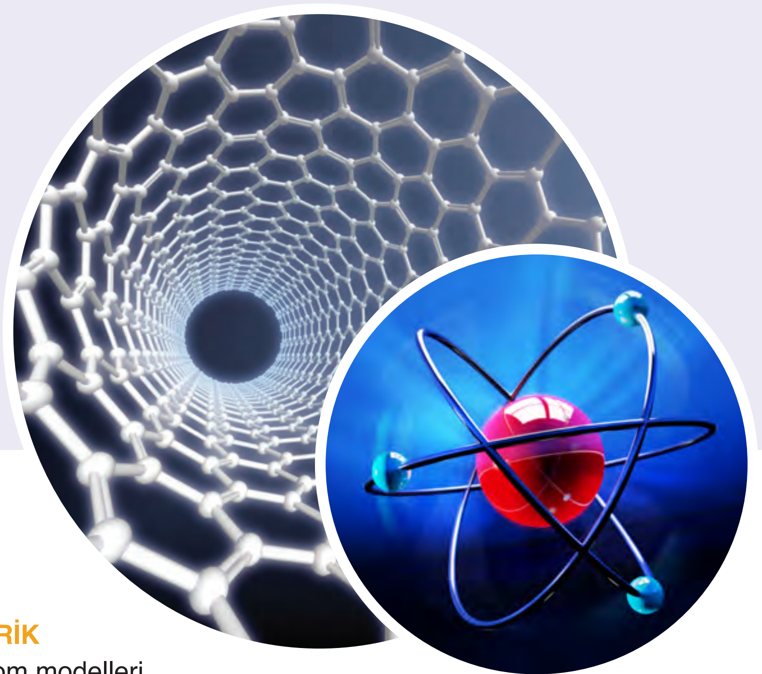
- Absorbsiyon (Soğurma)
- Atom, İyon
- Atom Modeli
- Atom Yarıçapı
- Elektron İlgisi
- Elektronegatiflik
- Emisyon (Yayma)
- Grup-periyot
- İzobar-İzoelektronik
- İyonlaşma Enerjisi
- İzotop-İzoton
- Kanun
- Metal-Ametal-Yarı Metal
- Periyodik Sistem
- Proton-Elektron-Nötron
- Teori

ÜNİTE BÖLÜMLERİ



Eski çağlardan beri bazı düşünür ve bilim insanları, madde ve atom hakkında birçok görüş ortaya atmışlardır. Atomun yapısının aydınlatılması elektriksel deneylerle mümkün olmuştur. Bu deneylerin sonuçları bilim insanlarının ilgisini çekmiştir. 19. yüzyılın başlarında atomun yapısının anlaşılması için yapılan çalışmalar hızlanmış, bunun sonucu olarak günümüze kadar birçok teori, model ve kanun ortaya atılmıştır. Bilimdeki hızlı teknolojik gelişmelerle atomların yapısı tam olarak açıklanmış, atomların özelliklerinin değişimini periyodik olarak gösteren modern periyodik cetvel hazırlanmıştır.

Daha da önemlisi periyodik cetvelde her element için bir kutucuk ayrılmış, bu kutucukta elementlerin fiziksel ve kimyasal özelliğini göstermeye yarayan sayılara yer verilmiştir. Bu ünitede atomun yapısını aydınlatan bulgular, atom modelleri ve elementlerin özelliklerini gösteren periyodik cetvel öğrenilecektir.



İÇERİK

- Atom modelleri
- Atomun daha küçük parçacıklardan oluştuğuna işaret eden bulgular
- Atom altı taneciklerin temel özellikleri
- Elementlerin periyodik cetveldeki yerleşim esasları
- Elementlerin periyodik cetveldeki yerlerine ve özelliklerine göre sınıflandırılması
- Periyodik özelliklerdeki genel değişim eğilimleri ile atomik yapı arasında ilişki

1 BÖLÜM

ATOM MODELLERİ

- *Sizce bilinen ilk atom teorisi hangisidir?*
- *İlk atom teorisi kim tarafından hangi yılda ortaya atılmıştır?*
- *Atom teorilerinin bilimin ilerlemesine ne gibi katkıları olmuştur?*

2.1.1. Atom Modelleri

MÖ 5. yüzyılda Yunan filozofu Demokritos, bütün maddelerin atomos olarak adlandırılan çok küçük, bölünmez taneciklerden oluştuğunu öne sürmüştür. Demokritos'un bu fikri, özellikle Platon ve Aristo gibi pek çok çağdaşı tarafından kabul edilmemekle birlikte, bu fikir uzun süre varlığını sürdürmüştür. İlk bilimsel araştırmalardan elde edilen deneysel kanıtlar "atom" kavramına destek sağlamış ve zamanla element ve bileşiklerin modern tanımlarının yapılmasını sağlamıştır. Bugün atom adını verdiğimiz maddenin bölünmez yapı taşlarının tanımı, 1808 yılında İngiliz öğretmen ve bilim insanı John Dalton tarafından ilk olarak yapılmıştır.

BİLGİ KUTUSU



John Dalton atom kuramcısı. Dalton renk körü olduğundan iyi bir deneyci olamamıştır. (Günümüzde renk körlüğüne daltonizm denir.). Ancak kendisi atom kuramını değiştirmek için başkalarının deney sonuçlarını başarıyla yorumlamış ve kendi atom modelini geliştirmiştir.

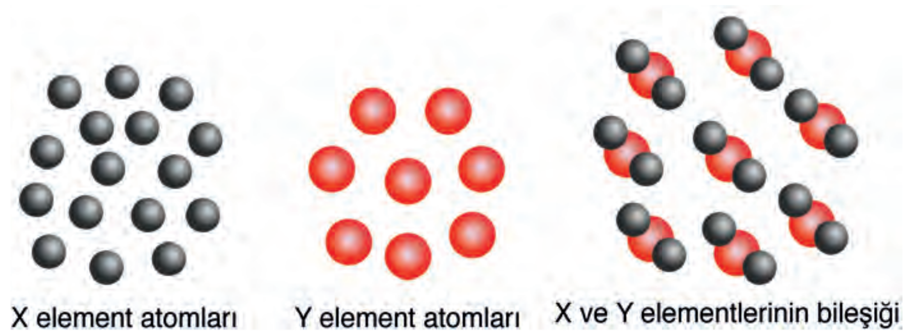
a) Dalton, Thomson ve Rutherford Atom Modelleri

Dalton Atom Modeli (1803)

Dalton'un çalışmaları kimyada modern çağın başlangıcıdır.

Dalton atom modeline göre

- Elementler atom adı verilen son derece küçük ve bölünemeyen taneciklerden oluşur.
- Belli bir elementin bütün atomları birbirinin aynıdır; yani bu atomların boyutları eşittir, hepsi aynı kütleye sahiptir ve kimyasal özellikleri aynıdır. Ancak bir elementin atomları diğer elementlerin atomlarından farklıdır (Şekil 2.1).
- Bileşikler birden çok elementin atomlarından oluşmuştur. Herhangi bir bileşikteki iki elementin atom sayılarının oranı bir tam sayı ya da basit tam sayılı bir kesirdir.
- Kimyasal tepkimeler yalnızca atomların birbirinden ayrılması, birbiri ile birleşmesi ya da yeniden düzenlenmesinden ibarettir; bu tepkimeler atomların yok olmasına ya da oluşmasına yol açmaz.

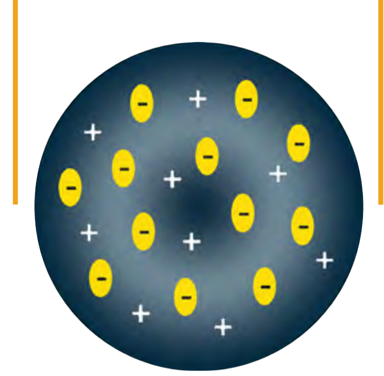


Şekil 2.1: Dalton atom modelinde farklı element atomları

Dalton atom modeli, kimyanın üç temel yasası; Sabit Oranlar, Kütlenin Korunumu ve Katlı Oranlar Yasası'nı destekleyerek açıklar.

Thomson Atom Modeli (1902)

1900'lü yılların başında, atomların iki özelliği açıkça belli olmuştu: Atomlar elektronlar içeriyordu ve elektriksel olarak nötrdü, yani yüksüzdü. Elektriksel açıdan yüksüz olabilmesi için bir atomda eşit sayıda artı ve eksi yük bulunmalıydı. Joseph John Thomson (Cozıf Con Tamsın), 1897'de katot ışınları ile yaptığı deneyler sonucunda bazı ipuçlarına ulaşmış ve Dalton modelinin eksiklerini tamamlamıştır. Bu bilgilere dayanarak J. J. Thomson; atomu, içinde gömülmüş hâlde elektronlar bulunan artı yüklü bir küre olarak öneriyordu. Thomson'un bu "üzümlü kek" benzeri atom modeli uzun yıllar atom kuramı olarak kabul gördü (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Thomson atom modeli

Bu model "üzümlü kek"e benzer. Elektronlar homojen olarak pozitif yüklü küre içerisinde gömülmüş gibidir.

Thomson atom modeline göre

- Atomlar, yaklaşık çapı 10^{-10} m olan içi dolu, nötr kürelerdir.
- Küre içerisinde artı ve eksi yüklü tanecikler homojen dağılmıştır. Elektronlar küre içerisinde kararlı bir elektrostatik düzen oluşturacak şekilde dağılmışlardır. Bu dağılım üzümlü kek modeli olarak bilinir.
- Atomlarda pozitif yüklere eşit sayıda negatif yük bulunur. Bundan dolayı atomlar yüksüzdür.
- Elektronların kütlesi atomun kütlesi yanında ihmal edilecek kadar küçüktür. Atomun kütlesinin büyük bir kısmını pozitif yükler oluşturur.

Thomson'un yapmış olduğu çalışmalar sonucunda atomda artı yükler kadar eksi yüklerin olduğu ve atomda bu yüklerin homojen dağıldığı fikri ortaya çıkmıştır. Gerçekte durum bu şekilde miydi? Öğrencisi Ernest Rutherford yaptığı deneylerle bu dağılımın böyle olmadığını göstermiştir.

Rutherford Atom Modeli (1911)

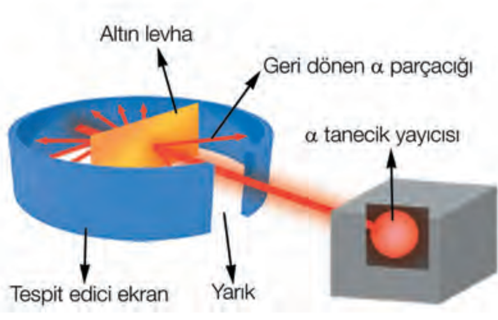
1910'da Ernest Rutherford (Örnist Radırfort), (Resim 2.1) alfa taneciklerini kullanarak atomun yapısını inceledi. Radyoaktif bir kaynaktan çıkan alfa taneciklerinin çok ince altın ve diğer metal yapraklardan saçılmasını gözlemledi. Deneylerinde alfa taneciklerinin çoğunun metal yaprakların içinden sapmadan ya da çok az sapma yaparak geçtiğini gördü. Ancak zaman zaman bazı alfa taneciklerinin büyük bir açı ile sapma yaptığını da fark etti. Bu ışınları flüoresan boya (ZnS: çinko sülfür) sürülmüş ekran üzerinde ışık parıldamalarıyla gözlemledi. Bu ışınların çoğunun levhayı geçtiğini pek azının büyük açılarla saptığını pek azının da kaynağa geri döndüğünü gördü. Bu deneyin sonuçlarını açıklayabilmek amacıyla, Rutherford atomun yapısı için yeni bir model oluşturdu.

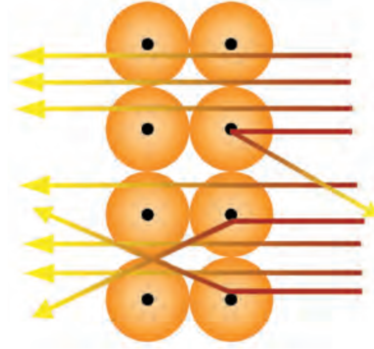


Resim 2.1: Ernest Rutherford (Temsilî)

Rutherford atom modeline göre

- Bir atomun kütlesinin çok büyük bir kısmı ve pozitif yükün tümü, çekirdek denen çok küçük bir bölgede yoğunlaşır. Atomun büyük bir kısmı boş bir uzay parçasıdır.
- Pozitif yükün büyüklüğü atomdan atoma değişir ve elementin atom kütlesinin yaklaşık yarısıdır.
- Çekirdeğin dışında, çekirdek yüküne eşit sayıda elektron bulunur. Atomun kendisi elektrik yükü bakımından nötrdür.





Şekil 2.3: Rutherford alfa tanecikleri saçılma deneyi

BİLGİ KUTUSU

Alfa tanecikleri artı yüklü taneciklerdir. Alfa taneciklerindeki sapmaların nedeni altın levha üzerindeki pozitif yüklü protonlara çarpmasıdır. Bu sapmaların çok az olması altındaki protonların çok küçük bir hacimde yoğunlaştığını göstermektedir. Alfa ışınlarının çoğunun yolunu değiştirmeden levhayı geçmesinin nedeni, atomun büyük bir kısmının boşluklu yapıda olmasıdır. Elektronlar eksi yüklü ve çok küçük kütleli tanecikler olduğundan alfa taneciklerini saptıramaz.

E. Rutherford geliştirdiği atom modeliyle (Şekil 2.3) Thomson'un artı ve eksi yüklerin homojen dağılma ilkesini çürütmüştür. Bununla birlikte Rutherford atom modeli, önemli bir sorunu çözümsüz bırakmıştır. Rutherford'un zamanında, en basit atom olan hidrojenin bir tane proton; helyum atomunun ise iki proton içerdiği biliniyordu. Bu nedenle helyum atomunun kütlesinin hidrojen atomunun kütlesine oranı 2/1 olmalıydı (Elektronlar protonlardan çok daha hafif olduğundan elektron kütleleri ihmal edilebilir). Oysa gerçekte bu oran 4/1 idi. Rutherford ve diğer araştırmacılar, atom çekirdeğinde diğer bir atom altı taneciğin bulunması gerektiğini düşündüler. Rutherford bu taneciklerin yüksüz olması gerektiğini tahmin etti. Bunun kanıtı 1932'de İngiliz fizikçi James Chadwick (Ceyms Çedvik) tarafından keşfedildi.

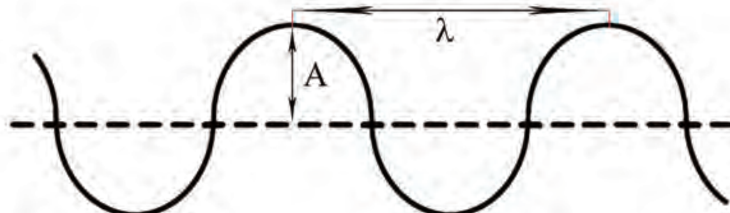
Chadwick ince bir berilyum levhayı alfa (α) tanecikleriyle bombardıman ettiğinde, berilyum metalinin gama ışınlarına benzeyen çok yüksek enerjili ışınlar yaydığını görmüştür. Daha sonraki deneyler ile bu ışınların protonun kütlesinden biraz daha büyük kütleye sahip elektrik yükü taşımayan nötr taneciklerden oluştuğu gösterildi. Chadwick bu taneciklere **nötron** adını verdi.

Rutherford atom modeli alfa tanecikleri saçılma deneyinin sonuçlarıdır. Fakat atomlardaki elektronların hareketini ve atomların yaydığı ışınların spektrumlarını açıklamada yetersiz kalmıştır.

b) Atomların Absorbsiyon/Emisyon Spektrumu

Bohr Atom modelinin anlaşılması için maddelerin ışık ile etkileşimleri sonucu oluşan absorbsiyon ve emisyon spektrumlarının bilinmesi gerekir. Maddeyi oluşturan tanecikler hakkındaki önemli bilgiler, ışığın madde ile etkileşmesinin incelenmesinden edinilmiştir. Bu bakımdan ışık hakkındaki bilgilerin anımsanmasında yarar vardır. Işığın yapısı hakkında elektromanyetik dalga ve foton olmak üzere geçerli iki model vardır. Güncel foton modelinden önce onunla yakın ilişkisi olan elektromanyetik dalga modeliyle ışınları tanıyalım (Şekil 2.4).

Dalga Terimleri



Şekil 2.4: Bir dalganın, dalga boyu (λ) ve genliği (A)

Dalga boyu (λ, lamda)

Dalga üzerinde art arda gelen iki tepe veya iki çukur nokta arasındaki uzaklıktır. Birimi metre (m) veya nanometre (nm) vb.

Genlik (A)

Bir dalganın maksimum yüksekliği veya minimum derinliğidir. Dalganın şiddeti genliğin karesiyle doğru orantılıdır.

Frekans (ν, nü)

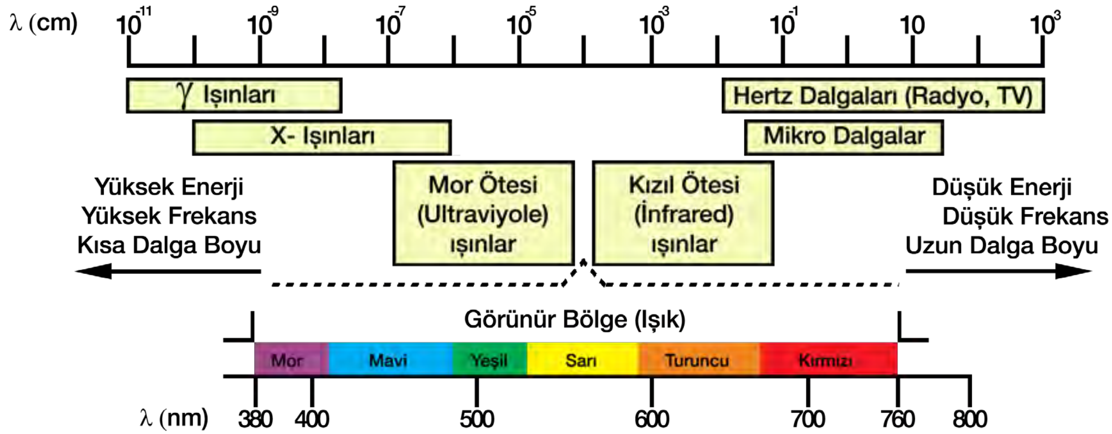
Belli bir noktadan bir saniyede geçen dalga sayısıdır. Birimi Hertz'dir (1/s). Işığın frekansı ışık kaynağına bağlı olup ortamına bağlı değildir.

Işık Hızı (c)

Boşlukta (vakumda) bütün elektromanyetik dalgalar, dalga boyuna bakılmaksızın aynı hızla hareket ederler. Işık hızı "c" sembolü ile gösterilen ve 3.10^8 m/s değerinde olan hıza denir. Belli bir ışıma için dalga boyu ile frekansın çarpımı elektromanyetik dalgaların ışık hızına eşittir.

$$c = \lambda.\nu$$

Mor ötesi (UV), görünür bölge ışınları, kızıl ötesi ışınlar (IR), Radyo ve TV dalgaları bilinen elektromanyetik ışıma türleridir. Elektromanyetik ışınlar uzayda dalga hareketi ile ilerler. Bütün ışınların frekanslarını ya da dalga boylarını gösteren elektromanyetik ışın dizisine **elektromanyetik dalga spektrumu** denir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Elektromanyetik dalga spektrumu

Şekil 2.5'teki elektromanyetik dalga spektrumunda radyo dalgaları, çok uzun dalga boylarına; kızıl ötesi ışınlar, orta uzunlukta dalga boylarına sahiptirler. Radyoaktif tepkimeler sonucu oluşan gama ışınları, çok kısa dalga boylarına sahiptir. Görünür bölge ışınları yaklaşık 380nm-760nm dalga boyları arasındaki ışınları içerir. Görünür bölgeden daha küçük dalga boylu, yüksek frekanslı ışınlara **mor ötesi** ışınlar (UV) denir. Görünür bölgeden daha büyük dalga boylu ve küçük frekanslı ışınlara **kızıl ötesi** (infrared) ışınlar denir. Değişik bölgelerdeki elektromanyetik ışınlar, madde ile değişik şekillerde etkileşir ve maddenin tanınmasında bu etkileşimlerden yararlanılır.

Madde ile elektromanyetik ışınımın etkileşimini inceleyen bilim dalına **spektroskopi** denir. Spektroskopi, çoğunlukla kullanılan elektromanyetik ışınımın bulunduğu bölgeye göre isim alır. Örneğin mor ötesi ışınlar ultraviyole (UV) olarak adlandırılır. Bir dalga boyundan diğerine geçişin sürekli olduğu spektrumlara **sürekli spektrum** denir (Resim 2.2).



Resim 2.2: Gökkuşağının sürekli spektrumu

Örneğin beyaz ışık (Güneş ışığı), bir prizmadan geçirilip dalga boylarına ayrılırsa sürekli bir spektrum elde edilir (Şekil 2.6). Renkler yani dalga boyları arasında kesintisiz bir geçiş vardır. Beyaz ışığın spektrumunda gökkuşağında olduğu gibi iç içe girmiş kırmızı-turuncu-sarı-yeşil-mavi-mor renkler bulunur. Görünür bölge ışınlarından en çok kırılan mor rengin dalga boyu en küçük, en az kırılan kırmızı rengin dalga boyu en büyüktür.

Beyaz Işığın Prizmadan Geçişi

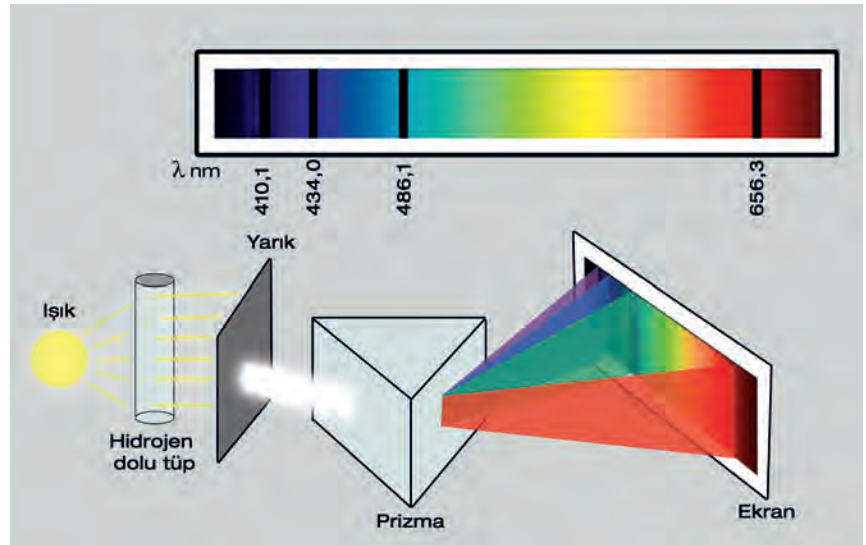


Şekil 2.6: Prizmadan geçen beyaz ışığın renklere ayrılması

BİLGİ KUTUSU

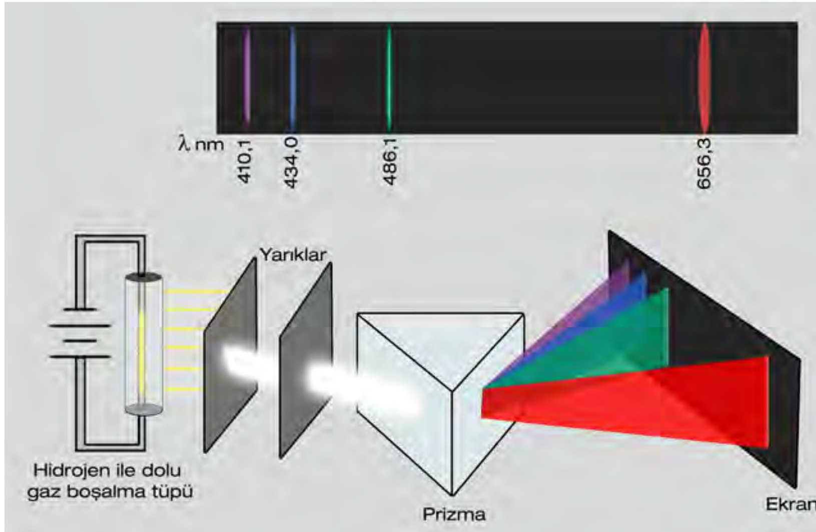
Bir yıldız olan Güneş'teki elementlerin tespitinde, birden fazla dalga boyuna (polikromatik ışık) sahip Güneş ışığı prizmadan geçirildiğinde tek dalga boyundaki (monokromatik ışık) ışıklara dönüşür. Kırılan ışık ekranda incelenerek renk çizgilerinin hangi elemente ait olduğu tespit edilir.

Sürekli spektrum verebilecek beyaz ışık bir gazdan, örneğin hidrojenden geçirildikten sonra prizmada kırılırsa elde edilen spektrumun belirli frekanslarında siyah çizgiler görülür (Şekil 2.7). Bu spektrumlara **absorbsiyon (soğurma) spektrumu** denir. Bu çizgilerin yeri ve sayısı, ışığın içinden geçtiği maddenin cinsine bağlıdır ve maddenin tanınmasını sağlar. Spektrumun bu şekilde kullanılması, insanların birbirinden ayırt edilmesine yardımcı olan parmak izlerine benzer.



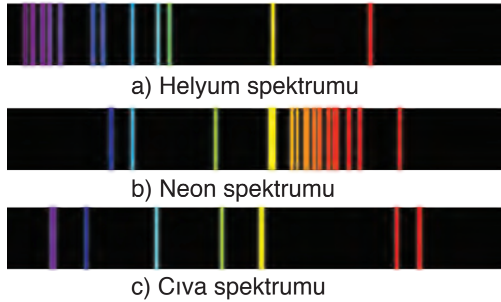
Şekil 2.7: Hidrojenin görünür bölge soğurma (absorbsiyon) çizgi spektrumu

Gaz hâlindeki bir elemente gerilim uygulandığında o element ışık yayar. Yayınlanan ışık prizmadan geçirilirse farklı renklere ayrılır (Şekil 2.8). Bu renkler çizgi şeklinde oluşur. Bu spektrumlara **yayınma (emisyon) spektrumu** denir. Elementlerin spektrumları, kesikli (çizgi) spektrumdur. Bir madde hangi dalga boyundaki ışığı yayarsa aynı dalga boyundaki ışığı da absorbe eder.



Şekil 2.8: Hidrojenin görünür bölge yayınma (emisyon) çizgi spektrumu

Aşağıda bazı elementlerin yayınma spektrumları Şekil 2.9'da gösterilmiştir.



a) Helyum spektrumu

b) Neon spektrumu

c) Cıva spektrumu

Şekil 2.9: Bazı elementlerin yayınma spektrumları

Bohr Atom Modeli (1913)

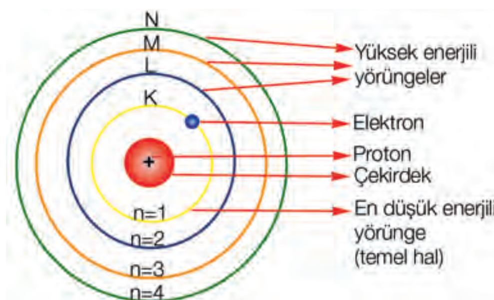
1913 yılında Danimarkalı fizikçi Niels Bohr (Nayls Bor), atomlardaki yayınma spektrumlarını açıklayabilmek için kuramsal bir açıklama yapmıştır (Resim 2.3). Bu kuramsal açıklama klasik fizikçilerin yasalarına aykırıydı. Klasik fizik yasaları ve Rutherford atom modeli pozitif yüklü çekirdeğin etrafında boşluklarda bulunan elektronların artı yüklü çekirdek tarafından çekilip elektronların çekirdeğe neden yapışmadığını açıklayamadı. Bohr'a göre ise bu yapışmamanın nedeni elektronun yalnızca belirli bir enerjiye sahip olan belirli yörüngelerde yer alabileceği düşüncesiydi.



Resim 2.3: Niels Bohr (Temsilî)

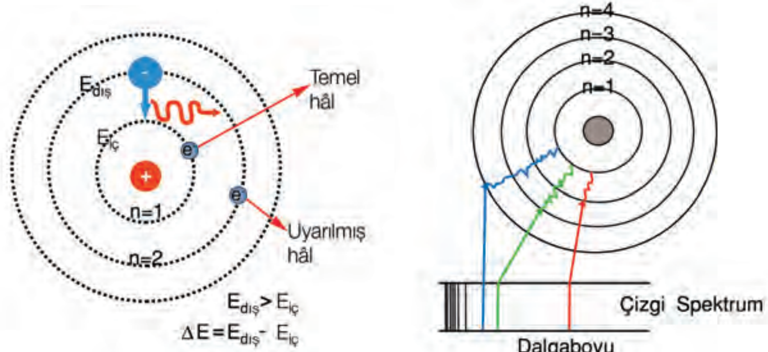
Bohr Atom Modeline göre

- Bir atomdaki her bir elektron, çekirdekten belli bir uzaklıkta ve belli bir enerjiye sahip dairesel yörüngelerde hareket eder. Her yörüngenin çekirdeğe göre belirli bir enerjisi vardır. Yörüngelerin ortak merkezi çekirdek olup yörüngeler n=1, 2, 3, 4, 5… gibi rakamlarla veya K, L, M, N, O… gibi harflerle ifade edilir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10: Bohr atom modeli (H atomu)

- Bir atomun elektronları en düşük enerji düzeyinde bulunmak ister. Bu düzeye **temel hâl** adı verilir. Temel hâlde bulunan atom kararlıdır. Madde ısıtılırsa atomlardaki elektronlar daha yüksek enerji düzeylerine geçer. Bu duruma **uyarılmış hâl** denir. Uyarılmış hâlde atom kararsızdır (Şekil 2.11 a).
- Elektronlar çekirdekten uzak yörüngelere yerleştikçe elektronların enerjisi artar, çekirdeğe yakın yörüngelere yerleştikçe elektronların enerjisi azalır.
- Yüksek enerji düzeyinde ($E_{dış}$) bulunan bir elektron düşük enerji düzeyine ($E_{iç}$) inerse aradaki enerji farkına ($E_{dış}-E_{iç}$) eşit miktarda ışık (foton) yayar. Bu yayınlanan ışık çizgi spektrumunda bir çizgiye (renge) karşılık gelir (Şekil 2.11 b).



Şekil 2.11: a) Uyarılmış hâl (Hidrojen atomu)
b) Çizgi spektrumu

c) Modern Atom Modeli

Bohr atom modeli $_1H$, $_2He^+$, $_3Li^{2+}$ vb. gibi tek elektronlu atom ve iyonların çizgi spektrumlarını başarıyla açıkladığı hâlde çok elektronlu atomların çizgi spektrumlarını açıklamada yetersiz kalmıştır. Fizikçiler Bohr atom kuramını şaşkınlıkla karşılayıp aynı zamanda bu kurama büyük bir ilgi duydular. Bohr atom modeline göre, elektronun bulunduğu yerler neden çekirdeğe belirli uzaklıktaki yörüngelerle kısıtlanmıştır?



Resim 2.4: Louis de Broglie (Temsilî)

On yıllık bir süre içinde bu soruya Bohr'un kendisi de dahil olmak üzere kimse mantıklı bir açıklama getiremedi. Ancak 1924 yılında Fransız fizikçi Louis de Broglie (Lui dö Birojli), (Resim 2.4) elektron ve diğer küçük parçacıkların hem tanecik hem de dalga özelliğine sahip olduğunu önerdi (dalga-tanecik ikiliği). 1926 yılında Alman fizikçi Werner Heisenberg (Vörnır Hayzınbörg), çok küçük olan ve süratli hareket eden elektronun hızının ve konumunun aynı anda tam olarak belirlenemeyeceğini hesaplamalarla kanıtladı (Heisenberg Belirsizlik İlkesi). Böylece Heisenberg, Bohr'un elektronların belirli yarıçaplı dairesel yörüngelerde döndüğü kuramını çürütmüştür (Resim 2.5).



Resim 2.5: Werner Heisenberg

Bohr, atomların yapısının anlaşılabilmesine büyük katkıda bulunarak yörüngelerdeki elektronların enerjilerini göstermiştir. Ancak Bohr kuramı atomlardaki elektronun davranışlarının tamamını açıklayamamıştır. 1926 yılında, karmaşık bir matematiksel teknikten yararlanan Avustralyalı fizikçi Erwin Schrödinger (Ervin Şirödinger) elektronların enerjilerini ve genel davranışlarını tanımlayan bir denklem geliştirmiştir (Resim 2.6). Bu denkleme Schrödinger Dalga Denklemi denir. Bu matematiksel denklem elektron için yazıldığında bir seri dalga fonksiyonuna ve elektronun bir hareketine karşılık gelir. Elektronun en büyük olasılıkla bulunabileceği elektron bulutuna **orbital** denir. Bu elektron bulutu bazı bölgelerde çok yoğundur. Elektronun bu yoğun bölgede bulunma olasılığı daha yüksektir. Bununla birlikte elektronların çekirdeğe yakın bölgelerde bulunma olasılığı daha yüksektir. Çekirdekten uzaklaştıkça elektronun belli bir bölgede bulunma olasılığı azalır.



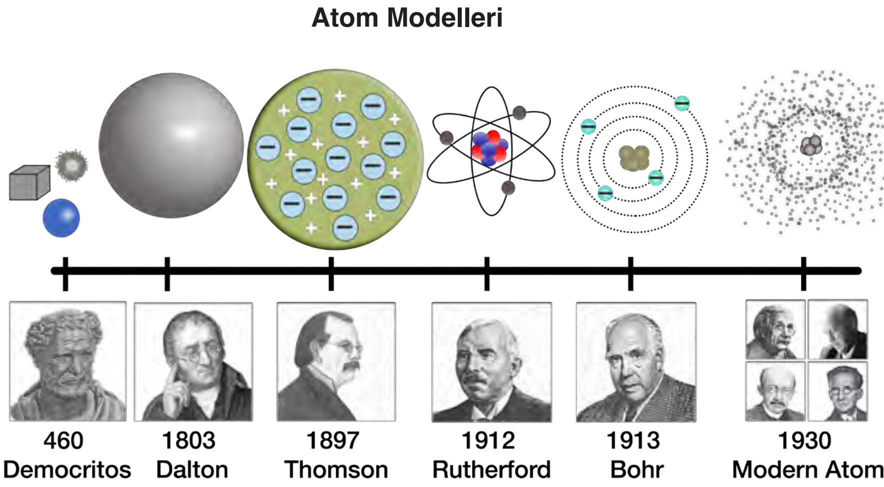
Resim 2.6: Erwin Scrödinger (Temsilî)

Modern Atom Teorisi, Bohr atom modelindeki belirli enerji seviyesindeki yörüngeler yerine, belirli enerji seviyesindeki enerji kabukları ifadesini kullanır. Bu kabuklar alt kabuklara ayrılır, alt kabuklarda da elektronların işgal ettiği orbitaller bulunur.

Modern atom modeline **elektron bulut modeli** de denir.

Atom, Model, Teori, Kanun

Geçmişten günümüze kadar atomla ilgili düşünceler yapılandırılırken çeşitli teori ve modeller kullanılmıştır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12: Atom modellerinin tarihî gelişimi

BİLGİ KUTUSU

Modern Atom Teorisi'nin gelişiminde; Louis de Broglie, M. Planck'ın Kuantum Kuramı ve A. Einstein'ın enerji denkleminden yararlanarak, elektron gibi çok küçük parçacıkların dalga özelliği gösterdiğini belirterek dalga-tanecik ikililiğini ileri sürdü.
Louis de Broglie'den ilham alan E. Schrödinger madde parçacıkları için Schrödinger dalga denklemini geliştirdi.

Kimya kavramları açıklanırken kanun (yasa), teori (kuram) ve modeller kullanılır.

Tüm bilim alanlarında değişimlerin izlenmesinde bilimsel yöntem uygulanır. Bilimsel yöntem, adımlar dizisi olarak düşünülebilir. Bir genelleme ya da doğal yasa, bir modelin oluşmasına yetecek kadar gözlemler yapıldıktan sonra formülleştirilir. Doğal yasalar doğanın gerçeklerinin kısa ve çoğunlukla matematiksel ifadeleridir.

Bir bilim insanı, doğal yasadan çıkarılan sonuçların deneysel sonuçlarla uygunluğunu görebilmek için doğal yasayı, deney olarak bilinen kontrollü bir çalışmayla analiz etmelidir. Hipotez bir doğal yasanın geçici bir açıklamasıdır. Eğer bir varsayım deneysel sonuçlarla ifade edilebilirse teoriye dönüşür. Teori; doğal olayları açıklamak ve bunlara ilişkin daha fazla öngörülerde bulunmak için kullanılan, test edilen hipotezleri içeren kavramsal bir sistemdir.

Teorilerin kolay anlaşılması için modeller kullanılır. Modeller; şema, grafik ve şekillerle gösterilebildiği gibi matematiksel bağıntı, sözlü ifade ve değişik boyutlu nesnelerle de ifade edilebilir. Kimya alanında kullanılan modeller ile bir uçak veya evin maket modelleri farklıdır. Ev maketi gerçeği temsil ederken kimya modelleri gerçeğin temsilî gösterimidir.

Teoriler; tümevarım yolu ile olayları açıklar, modeller ise teorilerden yararlanarak tümdengelim yöntemi ile oluşturulur. Örneğin Bohr deney yaparak, atomların yayınladığı ışınların spektrumlarından yararlanarak Rutherford'un atom modelini geliştirmiş, yörüngeli atom modelini önermiştir. Bohr'un önerdiği atom modeli, ortaya koyduğu teorinin anlaşılmasını kolaylaştırmıştır.

ç) Bilişim Teknolojilerinden (Animasyon, Simülasyon, Video vb.) Yararlanılarak Atom Modelleri Gösterimi

Bilişim teknolojilerinden yararlanarak atom modellerinin tanıtımını yapınız. İlgili görsellere Millî Eğitim Bakanlığı Eğitim Bilişim Ağı (**eba.gov.tr**) adresinden ulaşılabilir.

2 BÖLÜM

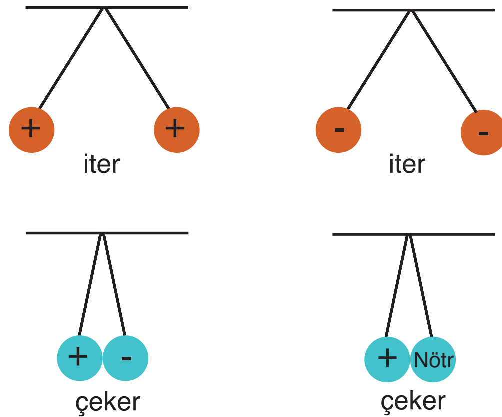
ATOMUN YAPISI

- *Atomlar daha küçük parçacıklara bölünebilir mi?*
- *Atomdan daha küçük parçacıklar var mıdır? Varsa bu tanecikler nelerdir?*

2.2.1. Atom Altı Parçacıkların Varlığı

Demokritos maddenin bölünemez en küçük yapı taşına atomos ismini vermiştir. Dalton ise atomların içi dolu bölünemeyen kürecikler olduğunu iddia etmiştir. Dalton atom modelinin yanlışlık ve eksiklikleri bilimin gelişmesiyle anlaşılmıştır. Dalton atom modeli atomun yapısı ile ilgili çalışmalara ilham kaynağı olmuştur. Bu nedenle Dalton'un atom teorisi ilk bilimsel atom teorisi olarak kabul edilmiştir.

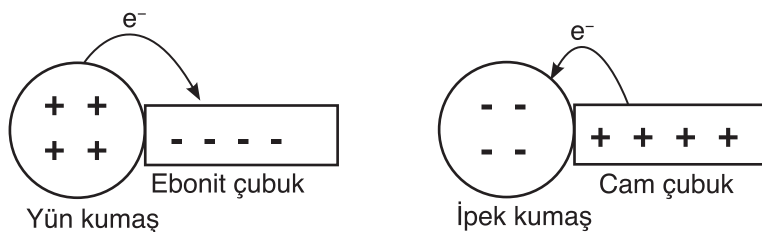
Atomdan daha küçük taneciklere atom altı parçacıklar denir. Atomun yapısının aydınlatılması birçok elektriksel deneyle mümkün olmuştur. Maddede elektriksel yüklerin varlığı ilk kez Antik Çağ'da ağaç reçinelerinin fosilleşmesiyle oluşan açık sarı renkli kehribar taşının sürtünmeyle elektriklenmesi ve küçük cisimleri (kâğıt, toz gibi) çekmesiyle fark edilmiştir. Tabiatta iki elektrik yükü vardır. Bu elektriksel yükler pozitif (+) ve negatif (–) elektrik yükleridir. Aynı elektrik yükleri birbirlerini iterken, zıt elektrik yükleri birbirini çeker (Şekil 2.13).



Şekil 2.13: Elektrik yükleri arasındaki etkileşimler

Cam ve ebonit çubuk ipek ve yün kumaşa sürtülürse elektriklenir. Ebonit ve cam çubuğun yünlü ve ipek kumaşa sürtünmesi sonucunda farklı elektrik yükleriyle yüklendiğini ilk fark eden Benjamin Franklin'di. Ebonit çubuk yünlü kumaşa sürtülürse; ebonit çubuk elektron alarak negatif (–), yünlü kumaş elektron vererek pozitif (+) elektriksel yükle yüklenir.

Cam çubuk ipek kumaşa sürtülürse; cam çubuk elektron vererek pozitif (+) yükle, ipek kumaş elektron alarak negatif (–) yükle yüklenir. Bu şekilde elektriklenmeye **statik (durgun) elektriklenme** denir (Şekil 2.14).



Şekil 2.14: Statik Elektriklenme

Cam çubuğun elektriksel yüküne pozitif, ebonit çubuğunkine negatif elektrik yükü denir. Elektriklenme olayında sadece elektron alışverişi olur. Maddelerin elektrikle yüklenmesi, bu elektrik yüklerinin atomda var olduğunu kanıtlar. Elektriklenme olayında atom alışverişi gerçekleşmez. Eski dönemde fark edilen elektrik yükleri atomun yapısını açıklamada önemli bir basamak olmuştur. Luigi Galvani (Luici Galvani) ölü kurbağanın kas sinirlerine farklı metaller dokundurduğunda sinirlerin seğirdiğini gözlemlemiştir. Bu gözlemden esinlenen arkadaşı Alessandro Volta, elektrik akımı elde etmek için metal çiftlerine ve iletken sıvıya ihtiyaç olduğunu söylemiş ve 1800 yılında kendi adıyla bilinen *volta pilini* icat etmiştir.

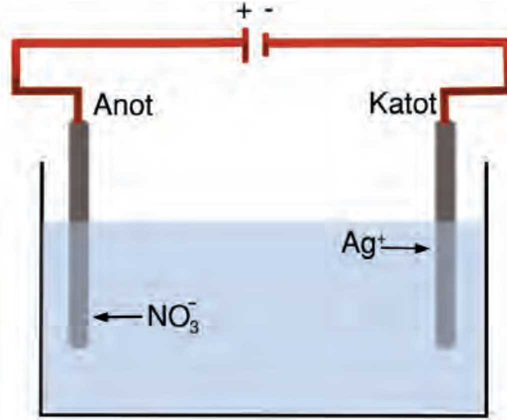
Bir atom altı parçacık olan elektronun varlığı nasıl anlaşılmıştır? 1830'lu yıllarda Michael Faraday (Maykıl Faraday) elektroliz deneyini yaparken atomun daha küçük taneciklerden oluştuğunu bilmiyordu (Resim 2.7). Faraday elektroliz deneyi ile elektrik yükünün tanecikli yapısını fark etmiştir.

Bir maddenin, sıvılaştırılmış hâlinde ya da elektrolit çözeltisinde, elektrik akımı yardımı ile ayrışmasına **elektroliz** denir.

M. Faraday yaptığı elektroliz deneylerinde çeşitli bileşiklerin sulu çözeltilerine elektrik akımı uygulamış, katot (– kutup) elektrotta bileşiği oluşturan katyonları element olarak elde etmiştir. Faraday elektroliz deneyinden (Şekil 2.15) aşağıdaki sonuçları çıkarmıştır:



Resim 2.7: M. Faraday (Temsilî)



Şekil 2.15: Elektroliz deneyi

- Katotta açığa çıkan madde miktarıyla devreden geçen elektrik yük miktarı doğru orantılıdır. Katotta belli bir miktar madde açığa çıkaran elektrik yük miktarının daima sabit bir değere ya da bu sabit değerin basit katlarına eşit olduğunu saptamıştır. Örneğin $Hg(NO_3)_2$ [cıva(II) nitrat] çözeltisinden ve $Hg(ClO_4)_2$ [cıva(II) perklorat] çözeltisinden aynı miktar cıva elde etmek için gerekli elektrik yük miktarı aynıdır. Fakat aynı miktar elektrik yükü $HgClO_4$ [cıva(I) perklorat] çözeltisinden geçirilirse tam iki kat cıva açığa çıkar. Bunun nedeni $Hg(ClO_4)_2$ ve $Hg(NO_3)_2$ bileşiklerinin her ikisinde cıva yüklerinin (Hg^{2+}) aynı olmasıdır. $HgClO_4$ [cıva(I) perklorat] bileşiğinde ise cıvanın iyon yükü (Hg^{+}) farklıdır.
- Faraday, aynı miktar elektrik yüküyle çeşitli elementlerin açığa çıkan kütlelerini bu elementin atom kütlesine böldüğünde daima tam sayı veya tam sayı değerlerinin basit katlarına eşit olduğunu görmüştür.
- Elektrik yükleri parçacıklar hâlinde taşınmaktadır.
- Taşınan yük parçacıkları tüm atomlar için aynıdır. Bu parçacıklar atomun cinsine bağlı değil yüküne bağlıdır.
- Elektrik yükünün parçacıklar (tanecik) hâlinde taşınması bu yüklü taneciklerin atomda var olduğunu kanıtlar. O hâlde atom, içi dolu bölünemeyen bir kürecik değil; parçacıklardan oluşmuştur.

Faraday bu söylemiyle Dalton'un atom teorisindeki atom bölünemez ilkesini çürütmüştür. M. Faraday elektroliz deneyinde elektrik yük miktarı olarak Coulomb (C) kullanmıştır. 1 Coulomb, $AgNO_3$ çözeltisinin elektrolizinde katotta 1,118 mg gümüş açığa çıkaran elektrik yük miktarıdır.

BİLGİ KUTUSU

Elektrot: *İletken katı çubuk*
Elektrolit: *İletken sıvı veya çözelti*
Anot: *Üretecin (+) kutbuna bağlı elektrot*
Katot: *Üretecin (-) kutbuna bağlı elektrot*
Katyon: *(+) yüklü iyon*
Anyon: *(-) yüklü iyon*

BİLGİ KUTUSU

Elektroliz devresinden aynı miktar yük geçirildiğinde katyonun iyon yükü ile toplanan miktar ters orantılıdır.

BİLGİ KUTUSU

1F = 1 mol elektron yükü
1F = 96485 Coulomb
Faraday elektroliz deneyi ile elektrik yüklerinin tanecikli yapısını kanıtlamıştır.

2.1 Etkinlik

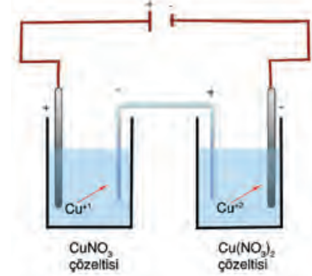
Etkinliğin Adı: **Atom Altı Parçacıkların Varlığının İspatı**
Etkinliğin Amacı: Elektrik yükünün tanecikli yapısını kavrayabilmek
Etkinliğin Süresi: 40 dakika

Araç ve Gereçler

- 4 adet Cu elektrot
- 2 adet 500 mL'lik beherglas
- 400 mL'lik 1M $CuNO_3$ çözeltisi
- 400 mL'lik 1M $Cu(NO_3)_2$ çözeltisi
- Hassas terazi
- Saf su
- 3 adet krokodil kablo
- 6 voltluk güç kaynağı

Uygulama Aşamaları

1. Hazırladığınız $CuNO_3$ ve $Cu(NO_3)_2$ çözeltilerini 500 mL'lik iki ayrı beherglasa koyunuz.
2. Üretecin (–) kutbuna bağlayacağınız bakır (Cu) elektrotları hassas terazide tartınız.
3. Tarttığınız elektrotların kütlesini not ediniz.
4. Elektrotları Şekil 2.16'daki gibi üretece bağlayarak hazırladığınız çözeltilerin içine koyunuz.
5. Devreye elektrik akımı uygulayarak 30 dakika süre ile elektroliz ediniz.
6. Akımı kesip elektrotları çözeltilerden çıkarıp saf su ile yıkayınız.
7. Eksi (–) kutba bağlı olan Cu elektrotları karıştırmadan tekrar tartınız.
8. Cu elektrotların son ve ilk tartılan kütleleri arasındaki farkları belirleyiniz.



Şekil 2.16: Elektroliz düzeneği

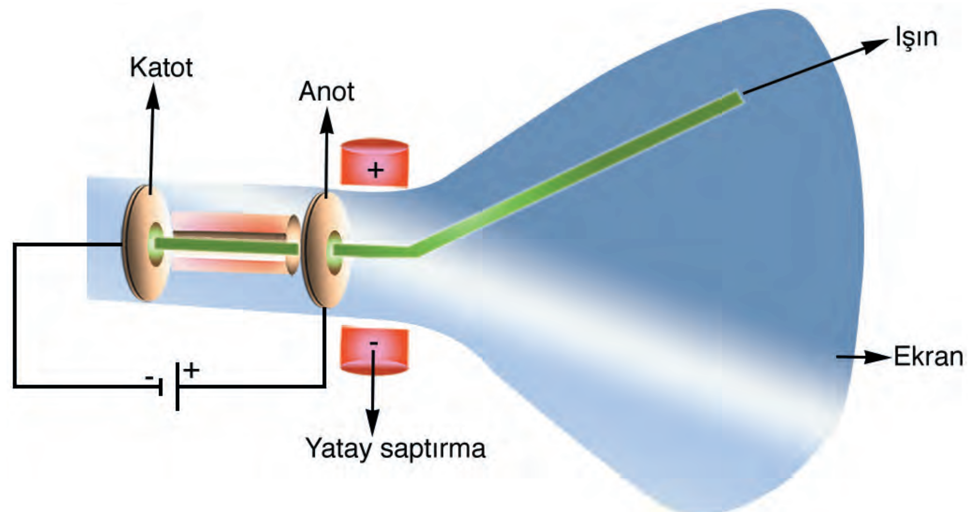
Etkinliğin Değerlendirmesi:

1- Deneyde katottaki elektrotların kütleleri tartıldığında farklı miktarda artış olduğu görülmüştür
2- Bu artışın nedeni nedir?

2.2.2. Atom Altı Taneciklerin Temel Özelliklerinin Karşılaştırılması

a) Elektron, Proton ile Nötronun Yükleri ve Kütleleri

Faraday'ın yapmış olduğu deneylerden çıkarmış olduğu nicel ölçümlere göre bir atomdan diğerine taşınabilen atom altı parçacıklar vardır. Taşınabilen bu yük parçacıklarına daha sonra elektron adı verilmiştir. Elektronun varlığı William Crooks (Vilyım Kruks) tarafından gaz boşaltım tüplerindeki (Crooks tüpü) ışımalarla keşfedilmiştir (Şekil 2.17).



Şekil 2.17: Crooks tüpü

Bu ışınlara **katot ışınları** denir. Katot ışınlarının daha sonra (–) yüklü elektronlar olduğu anlaşılmıştır. 1891'de George Johnstone Stoney (Corc Conston Stoney) bu (–) yüklü taneciklere "elektron" adının verilmesini önermiştir.

J. J. Thomson (Tamsın) yapmış olduğu çalışmalar sonucunda; atomdaki (–) yük kadar (+) yük olduğunu ve bu yüklerin atomda homojen dağıldığını belirtmiştir. Ernest Rutherford yaptığı alfa (α) tanecikleri saçılma deneyi ile (+) yüklü taneciklerin atomun çekirdeğinde (merkezinde) toplandığı ve bu (+) yüklerin çekirdeğin kütlesinin yaklaşık yarısına eşit olduğu sonucuna varmıştır. Daha sonra, James Chadwick (Ceymis Çedvik) 1932 yılında nötronu keşfetmiştir.

Atomun çekirdeğinde proton ve nötronlar, çekirdek etrafında elektronlar bulunur (Şekil 2.18).

BİLGİ KUTUSU

1 akb:1 tane C-12 izotopunun kütlesinin 1/12'sidir.

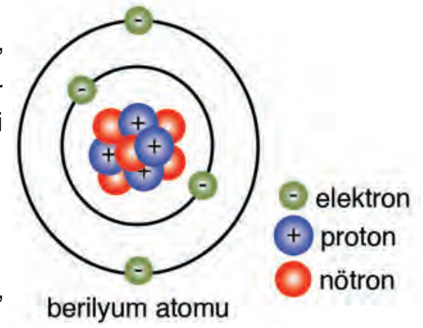
Proton (p^+)

Atom çekirdeğinde bulunan pozitif (+) yüklü taneciklerdir. Bir tane protonun kütlesi $1,672.10^{-24}$ gramdır. Proton "p" şeklinde gösterilir. SI birim sisteminde bir taneciğin kütlesi "Atomik Kütle Birimi (akb)" olarak alınır. Bu kütle birimi çok küçük bir değerdir. Bir protonun bağıl kütlesi 1 akb'dir. Protonun bağıl yükü +1, gerçek yükü $+1,6022.10^{-19}$ C'dir.

Nötron (n^0)

Atom çekirdeğinde bulunan yüksüz (nötr) taneciklerdir. Nötron "n" şeklinde gösterilir. Nötron ve proton arasındaki kütle farkı çok küçük bir değer olduğundan bu fark hesaba alınmaz. Bir nötronun gerçek kütlesi $1,674.10^{-24}$ gramdır. Nötronun bağıl kütlesi 1 akb kabul edilir.

Proton ve nötronlar atomun en yoğun kısmını (çekirdeğini) oluşturur.



Şekil 2.18 Berilyum atomunun çekirdeğinde 4 proton, 5 nötron ve çekirdek etrafında 4 elektron bulunur.

Elektron (e^-)

Elektronlar bir atomdaki negatif yüklü taneciklerdir. Elektronlar "e" olarak gösterilir. Elektronlar çekirdek çevresindeki büyük boşluklarda yer alan belirli enerji seviyelerinde bulunurlar. Bir tane elektronun gerçek kütlesi $9,109.10^{-28}$ gramdır. Elektronun bağıl kütlesi 0,000549 akb'dir. Bu kütle çok küçük olduğu için elektronun bağıl kütlesi "sıfır" kabul edilir.

Atomun Temel Taneciklerinin Özellikleri

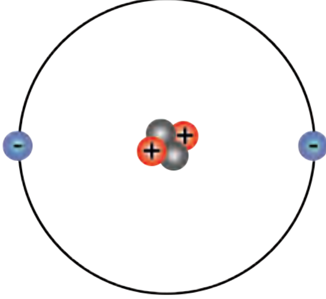
Tablo 2.1: Proton, Nötron ve Elektronun Yükleri ve Kütleleri

Tanecik	Gerçek Kütlesi (gram)	Bağıl Kütlesi (akb)	Gerçek Yükü (Coulomb)	Bağıl Yükü
Proton	$1,6726.10^{-24}$	1,0073	$+1,6022.10^{-19}$	+1
Nötron	$1,6749.10^{-24}$	1,0087	0	0
Elektron	$9,1094.10^{-28}$	0,000549	$-1,6022.10^{-19}$	–1

Proton, nötron ve elektronun kütlesi karşılaştırıldığında nötron ve protonun kütlesi eşit kabul edilir (Tablo 2.1). Elektronun kütlesi ise protonun kütlesinin 1/1836'sı kadardır. Bu nedenle atomun kütlesini proton ve nötronlar oluşturur.

b) Atom Numarası, Kütle Numarası, İzotop, İzobar, İzoton ve İzoelektronik Kavramları

Atomların kendine ait özelliklerini belirleyen, atomları diğer atomlardan ayıran karakteristik özellikleri vardır. Atomun bu özelliklerini, atom ve kütle numaraları belirler. Proton, nötron veya kütle numaraları eşit olan atomların bazı özellikleri aynı ya da benzer olabilir.



Şekil 2.19: $^{4}_{2}He$ atomunun yapısı

Atom Numarası

Atomun çekirdeğindeki (+) yüklerin toplam sayısına atom numarası denir. “Z” ile gösterilir. Atom numarası, proton sayısı ve çekirdek yükü birbirine eşit kavramlardır.

Bir elementin tüm kimlik özellikleri proton sayısına bağlıdır. Nötr bir atomda proton sayısı elektron sayısına eşittir. Atomun proton sayısının değişmesi atomun cinsinin değişmesi demektir. Örneğin helyum atomunda iki proton, iki nötron, iki elektron bulunur (Şekil 2.19). $_{1}H$, $_{2}He$, $_{20}Ca$ atomlarının proton sayıları farklı olduğu için kimlik özellikleri de farklıdır.

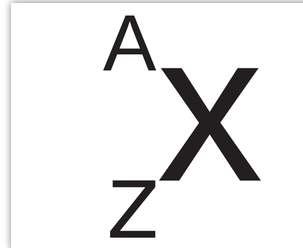
Kütle Numarası (Nükleon Sayısı)

Bir atomun çekirdeğinde bulunan proton ve nötron sayılarının toplamına kütle numarası denir. “A” ile gösterilir.

Kütle numarası = proton sayısı + nötron sayısı

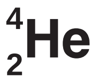
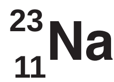
A = p sayısı + n sayısı

Bir atomun sembolü X kabul edilirse



Atom numarası (Z) ve kütle numarası (A) şekildeki gibi gösterilir.
Nötr atomlarda proton sayısı elektron sayısına eşittir.

$^{1}_{1}H$, $^{4}_{2}He$, $^{23}_{11}Na$ atomlarını incelenirse

	**Atom numarası = proton sayısı = elektron sayısı = 1** **Kütle numarası = 1** **Nötronu olmayan tek izotoptur.**
	**Atom numarası = proton sayısı = elektron sayısı = 2** **Nötron sayısı = kütle numarası – proton sayısı** **n sayısı = A – p sayısı ⇒ n sayısı = 4 – 2 = 2**
	**Atom numarası = proton sayısı = elektron sayısı = 11** **Nötron sayısı = kütle numarası – proton sayısı** **n sayısı = A – p sayısı ⇒ n sayısı = 23 – 11 = 12**

Yüklü taneciklerde (iyonlarda) proton sayısı; elektron sayısı ile iyon yükünün toplamına eşittir.

p sayısı = elektron sayısı + iyon yükü

$_{20}Ca^{2+}$ iyonunda proton sayısı 20, elektron sayısı 18’dir.

$_{9}F^{-}$ iyonunda proton sayısı 9, elektron sayısı 10’dur.

Örnek

$^{31}_{15}P$ elementinin
a) Atom numarası
b) Proton sayısı
c) Elektron sayısı
ç) Kütle numarası
d) Nötron sayısı kaçtır?

Çözüm

a) Atom numarası = 15
b) p sayısı = atom numarası olduğundan, p sayısı = 15
c) Nötr atomlarda e^- sayısı = p sayısı olduğundan, e^- sayısı = 15
ç) Kütle numarası = 31
d) Kütle numarası = p sayısı + n sayısı
31= 15 + n sayısı   n sayısı= 16

2.1. Alıştırma

K atomunun 19 elektronu vardır. Bu atomun nötron sayısı proton sayısından bir fazla olduğuna göre kütle numarası kaçtır?

2.2. Alıştırma

Üç tane $^{7}_{3}Li$ atomunda bulunan nötron sayısı kadar proton ve nötron içeren bir atomun kütle numarası kaçtır?

2.3. Alıştırma

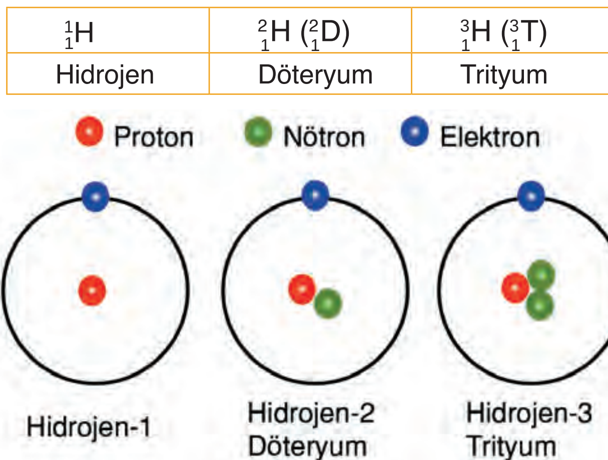
X^{3+} iyonunun tanecik sayıları toplamı 37'dir. X^{3+} iyonunun elektron sayısı nötron sayısından 4 eksik, nötron sayısı proton sayısından 1 fazla olduğuna göre X atomunun elektron, proton ve nötron sayılarını bulunuz.

İzotop

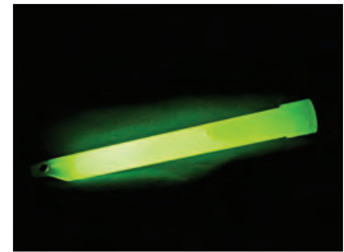
Atom numaraları (proton sayıları) aynı, kütle numarası farklı olan atomlara **izotop atomlar** denir. İzotop atomların nötron sayıları da farklıdır. Hidrojen ve karbon elementlerinin izotopları aşağıda gösterilmiştir.

Hidrojenin izotopları

$^{1}_{1}H$	$^{2}_{1}H$ ($^{2}_{1}D$)	$^{3}_{1}H$ ($^{3}_{1}T$)
Hidrojen	Döteryum	Trityum



BİLGİ KUTUSU



Trityumun yarı ömrü 12,46 yıldır. İç yüzeyi fosforla kaplanmış borosilikat camlarının içine yüksek basınçlı trityum gazı konulur. Trityum düşük seviyede beta ışıması yaparak fosforu uyarır. Fosfor bu sayede ışığa ihtiyaç duymadan yıllarca ışık verebilir. Bu yüzden trityum elementi fosforlu saatlerde kullanılır.

Tablo 2.2. Hidrojenin İzotopları

İzotop	Hidrojen	Döteryum	Trityum
Sembol	${}^{1}_{1}H$	${}^{2}_{1}H$	${}^{3}_{1}H$
Atom no	1	1	1
Nötron sayısı	0	1	2
Kütle numarası	1	2	3
Doğada bulunma yüzdesi	99,984	0,015	Çok az

Tablo 2.2'de görüldüğü gibi doğada bolluk yüzdesi en fazla olan izotopun hidrojen, en az olanın ise trityum olduğu görülür.

Bunun nedeni trityumun kararsız bir atom çekirdeğine sahip olmasıdır. Hidrojen ve döteryum kararlı izotop olmasına rağmen trityum kararsız olup radyoaktif bir izotoptur. Döteryum izotopunun oksijenle yaptığı oksit bileşiği döteryum oksittir (D_2O). Döteryum oksit, ağır su olarak bilinir.

Karbonun izotopları

${}^{12}_{6}C$	${}^{13}_{6}C$	${}^{14}_{6}C$
Karbon-12	Karbon-13	Karbon-14

Atomların kimyasal özellikleri proton ve elektron sayısına bağlıdır. Bir atomun elektron sayısı değiştiğinde kimyasal özellikleri de değişir. Nötronların kimyasal özelliğe etkisi azdır. Nötronlar bir atomun fiziksel özelliklerini belirler. Bu nedenle izotop atomların kimyasal özellikleri aynı, fiziksel özellikleri farklıdır.

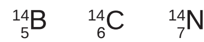
Elektron sayıları farklı olan izotopların fiziksel ve kimyasal özellikleri de farklıdır.

${}^{35}_{17}Cl^{-}$, ${}^{37}_{17}Cl$ izotopları için

- Fiziksel özellikleri farklıdır.
- Elektron sayıları farklı olduğundan kimyasal özellikleri de farklıdır.

İzobar

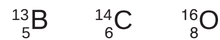
Atom numaraları (proton) farklı, kütle numaraları aynı olan atomlara **izobar atomlar** denir.



- İzobar atomların nötron sayıları farklıdır.
- İzobar atomların fiziksel ve kimyasal özellikleri farklıdır.
- Aynı elementin atomları izobar olamaz.

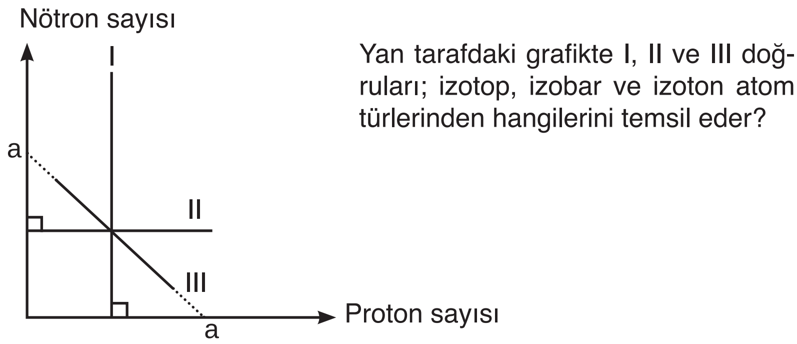
İzoton

Nötron sayıları aynı, proton sayıları farklı olan atomlara **izoton atomlar** denir.



- İzoton atomların kimyasal ve fiziksel özellikleri farklıdır.
- Aynı elementin atomları izoton olamaz.

Örnek



Yan tarafdaki grafikte I, II ve III doğruları; izotop, izobar ve izoton atom türlerinden hangilerini temsil eder?

Çözüm

I. Doğru; proton sayıları aynı, nötron sayıları farklı olduğu için izotop atomları

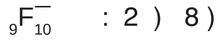
II. Doğru; nötron sayıları aynı, proton sayıları farklı olduğu için izoton atomları

III. Doğru; proton ve nötron sayıları farklı, kütle numarası aynı olan atomları belirttiği için izobar atomları temsil eder.

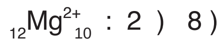
İzoelektronik

Elektron sayıları ve katman elektron dizilişleri aynı olan atom ya da iyonlara **izoelektronik** denir.

${}_{9}F^{-}$, ${}_{10}Ne$, ${}_{12}Mg^{2+}$ Atom ve iyonların elektron sayıları ve katman elektron dağılımları aşağıda gösterilmiştir:


${}_{9}F^{-}_{10}$: 2) 8)


${}_{10}Ne_{10}$: 2) 8)


${}_{12}Mg^{2+}_{10}$: 2) 8)

${}_{9}F^{-}$, ${}_{10}Ne$, ${}_{12}Mg^{2+}$ atom ve iyonların elektron sayıları ve dağılımlarının aynı olmasından dolayı izoelektroniktir.

Örnek

${}_{16}S^{2-}$ iyonu ile Ca^{2+} iyonu izoelektroniktir. Buna göre, Ca atomunun atom numarası kaçtır?

Çözüm



${}_{20}Ca^{2+}_{18}$

Ca atomunun atom numarası 20'dir.

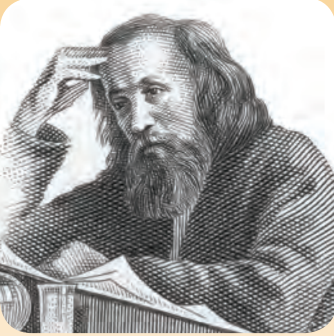
3. BÖLÜM

PERİYODİK SİSTEM

- *Elementleri bir araya getirerek periyodik tablo oluşturulmasının sebebi nedir?*
- *Periyodik tabloda belirli yerlerdeki elementlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri birbirinden farklı mıdır?*

2.3.1. Elementlerin Periyodik Sistemdeki Yerleşim Esasları

a) Mendeleyev ve Moseley'in Elementleri Sınıflandırması



Resim 2.8: Dimitri Mendeleyev (Temsilî)

Bilim insanları, elementleri fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre belli bir düzende yerleştirme çabasıyla periyodik cetvelin temelini atmıştır.Elementlerin deneysel olarak keşfedilme süreci 1649'da Hennig Brand (Hening Brend) tarafından fosfor elementinin bulunmasıyla başladı. 1869 yılına kadar 63 tane element keşfedilmiştir. 19. yüzyıl başlarında bilimdeki hızlı gelişmelerle keşfedilen elementlerin sayısı artmış, elementlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri temel alınarak elementleri sınıflandırma gereği duyulmuştur.

Günümüzde kullanılan modern periyodik cetvelin oluşturulmasına kadar birçok gruplandırma yapılmıştır. Fakat elementlerin modern sisteme en yakın ve ayrıntılı sınıflandırılması 1869 yılında Rus kimyacı Dimitri Mendeyelev'in çalışmalarına dayanmaktadır (Resim 2.8). Rus kimyager Mendeyelev, elementlerin atom kütlesine göre sıralandığında periyodik (düzenli) olarak tekrar eden özellikler gösterdiğini gördü. Ayrıca atom kütlesinden yararlanarak o dönemde bilinen 63 elementi kimyasal özelliklerine göre gruplayarak alt alta sıraladı. Modern periyodik cetvele yakın ilk periyodik cetveli oluşturdu (Tablo 2.3).Mendeleyev periyodik sistemi hazırlarken her element için atom kütlelerine göre bir kart belirledi. Belirlediği bu kartları atom kütlesi artışına göre yatay bir sıra hâlinde dizdi.

Tablo 2.3: Mendeleyev'in Periyodik Tablosu

Tabelle II

REIHEN	GRUPPE I - R^2O	GRUPPE II - RO	GRUPPE III - R^2O^3	GRUPPE IV RH^4 RO^2	GRUPPE V RH^3 R^2O^5	GRUPPE VI RH^2 RO^3	GRUPPE VII RH R^2O^7	GRUPPE VIII - RO^4
1	H=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	- =44	Ti=28	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59 Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	- =68	- =72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	- =100	Ru=104, Rh=104 Pd=106, Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	(Cs=133)	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	-	-	-	- - - -
9	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	-	Os=195, Ir=197 Pt=198, Au=199
11	Au=199	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	-	-	
12	-	-	-	Th=231	-	U=240	-	- - - -

Mendeleyev'in ilk periyodik tablosu. Çizelgedeki boş alanlar, tablonun hazırlandığı dönemde keşfedilmeyen elementlere aittir. Dikey sütunların üzerinde yer alan molekül formülleri 19.yüzyıl stilinde yazılmıştır.

Bir elementin özelliklerine benzer ikinci bir element geldiğinde, ikinci elementi birinci elementin altına yerleştirerek yeni bir sıralama yaptı. Her sekiz veya on sekiz elementte bir benzer özelliklerin tekrarlandığını gördü.Tekrarlamada sisteme uymayanları atladı. Bu atlamaların daha sonra bulunabilecek elementlerle doldurulabileceğini öngördü ve bu yerleri boş bıraktı.

Mendeleyev; hidrojeni bir kenarda bırakarak sodyumla başlayan sırayı, lityumla başlayan sıranın altına yerleştirdi. Çektiği ilk güçlük potasyumla başlayan sırada oldu. Kalsiyumdan sonra gelmesi gereken element yaşadığı dönemde bilinen titanyum elementiydi. Ancak titanyumun özellikleri kalsiyumdan sonra gelecek elementin özelliklerine uymuyordu. Bu nedenle titanyum elementini alüminyuma benzemediği için alüminyumun altına yerleştiremedi. Bu durumu kalsiyum ile titanyum arasında başka bir elementin bulunması gerektiğini söyleyerek açıkladı. Kalsiyum ve titanyum elementlerinin arasını boş bıraktı.

BİLGİ KUTUSU

Alman Lothar Meyer ve Rus Dimitri Mendeleyev aynı yıllarda birbirinden habersiz benzer periyodik tablolar oluşturdular. Ancak Mendeleyev'in periyodik tablosu daha ayrıntılı ve açıklayıcıdır. Bundan dolayı Mendeleyev'in tablosu daha çok ön plana çıkmıştır.

Demir, nikel ve kobalt gibi elementler için ayrı bir grup oluşturdu. Nikelden sonra gelen bakır elementinin iyon yüklerinden biri +1 olduğu için onu potasyumun altına, iyon yükü +2 olan çinkoyu kalsiyumun altına yazdı. Aynı sırada üçüncü ve dördüncü grup elementler bilinmiyordu ancak bu gruptaki arsenik elementi biliniyordu. Arsenik için en uygun yer fosfor elementinin altıydı. Arsenik ile fosforu aynı gruba yerleştirip grubu tamamladı. Bu tabloya **kısa periyodik sistem** adı verildi.

Mendeleyev elementleri periyodik sistemde sıralarken atom kütleleri ile elementlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini dikkate almıştır. Örneğin iyodun atom kütlesi tellürden küçük olduğu hâlde iyodu periyodik sistemde tellürden sonra yazmıştır. Yine potasyumun atom kütlesi argondan küçük olmasına rağmen argonu potasyumdan önce yazmıştır. Bu durumu kütle spektrometresinde atom kütlelerinin yanlış hesaplanabileceğini söyleyerek açıklamış, kendi görüşünün hatalı olabileceğini düşünmemiştir.

Mendeleyev'in asıl başarısı, atom kütlesinden ziyade elementlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini dikkate alması aynı özellikteki elementleri alt alta yerleştirmesidir. En önemlisi de boş bıraktığı yerlere ileride bulunabilecek elementlerin yerleşebileceğini öngörmesidir.

Mendeleyev zamanında; skandiyum, galyum ve germanyum elementleri bilinmiyordu. Fakat Mendeleyev, bu elementlerin kimyasal özelliklerinin ve atom kütlelerinin ne olabileceğini tahmin etmişti. Mendeleyev'in periyodik tablosunda eka-silisyum (silisyum ile aynı grupta) adını verdiği elementin tahmin ettiği özellikleri on beş yıl sonra keşfedilen germanyum elementinin özelliklerine çok benzemekteydi. Modern periyodik cetvelde germanyum elementi, silisyum elementinin altında yer almaktadır.

Modern Periyodik Sistem

Mendeleyev'in en bariz yanılgısı elementlerin özelliklerini atom kütlelerinin belirleyeceği düşüncesiydi. Elementlerde, periyodik özelliklerin belli bir düzende tekrarlanması bir tesadüftür. Ancak yapılan çalışmalar bazı istisnaların bulunduğunu da göstermektedir. Örneğin Argonun (Ar) atom kütlesi 39,95 atom numarası 18'dir. Potasyum elementinin atom kütlesi 39,1 atom numarası 19'dur. Atom kütlesine göre argon potasyumdan önce olmalıdır. Fakat Mendeleyev'in sisteminde potasyum argondan sonra gelmektedir. Çünkü potasyum aktif metal, argon asal gazdır. Bu durum atom kütlesine göre kimyasal özelliklerin belirleneceği ve bir sistem oluşturulabileceğinin doğru bir yaklaşım olmadığını göstermiştir. İngiliz fizikçi Henry Moseley (Henri Mozli) atom numarasının öneminin farkına varan ilk bilim insanıdır (Resim 2.9).

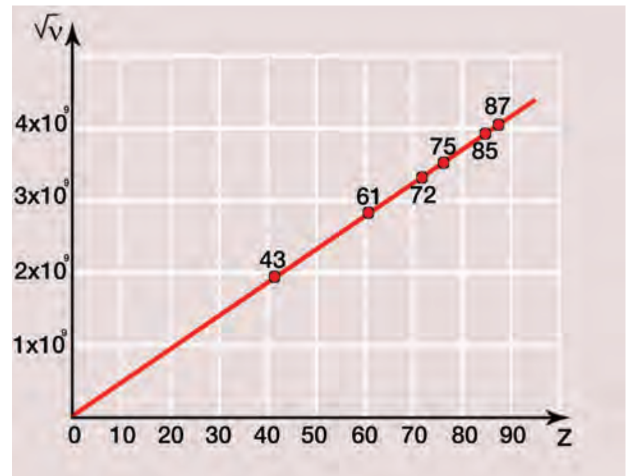


Resim 2.9: Henry Moseley (Temsilî)

Moseley, X-ışınları kullanarak atom numarası 13 olan Al ile atom numarası 79 olan Au arasındaki 38 elementin yayınladığı ışınların çizgi spektrumlarını inceledi.

Atomların yaydığı ışınların çizgi frekansının karekökü ile elementlerin atom numarasının doğru orantılı olduğunu gördü (Grafik 2.1) Bu orantıdan faydalanarak elementlerin atom numaralarını tespit etti. Atom çekirdeğindeki proton sayısının tespiti ve atomun özelliklerinin proton ve elektronların bir fonksiyonu olduğunun anlaşılması periyodik sistemin düzenlenmesinde dönüm noktası oldu.

Nötr bir atomda proton sayısı elektron sayısına eşittir. Proton sayısının atom numarasına eşit olduğu göz önünde bulundurulursa elementlerin kimyasal özelliklerinin atom numarası ile ilişkili olduğu görülür. Bu nedenle Henry Moseley periyodik cetvelin atom numarasına göre düzenlenmesini sağlamıştır.



Grafik 2.1: Elementlerin atom numarası artışına göre spektrum çizgi frekansının karekökü ile değişimi

Tablo 2.4: Modern Periyodik Cetvel

Renk	Grup	Renk	Grup
Kahverengi	Halojenler	Mor	Yarı Metaller
Kırmızı	Alkali Metaller	Pembe	Diğer Metaller
Turuncu-sarı	Toprak Alkali Metaller	Turuncu	Ametaller
Mavi	Geçiş Metalleri	Açık sarı	Soygazlar
Koyu yeşil	Lantanitler	Açık yeşil	Aktinitler

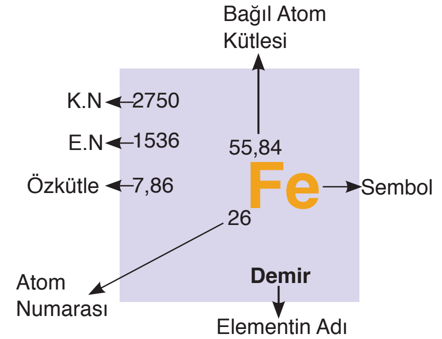
Ortalama atom kütlesi → 1.008; Element sembolü → H; Atom numarası → 1; Element adı → Hidrojen

1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIIIB	9 VIIIB	10 VIIIB	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1.008 H 1 Hidrojen																	4.002602 He 2 Helyum
6.94 Li 3 Lityum	9.0121831 Be 4 Berilyum											10.81 B 5 Bor	12.011 C 6 Karbon	14.007 N 7 Azot	15.999 O 8 Oksijen	18.998403163 F 9 Flor	20.1797 Ne 10 Neon
22.98976928 Na 11 Sodyum	24.305 Mg 12 Magnezyum											26.9815385 Al 13 Alüminyum	28.085 Si 14 Silisyum	30.973761998 P 15 Fosfor	32.06 S 16 Kükürt	35.45 Cl 17 Klor	39.948 Ar 18 Argon
39.0983 K 19 Potasyum	40.078 Ca 20 Kalsiyum	44.955908 Sc 21 Skandiyum	47.867 Ti 22 Titanyum	50.9415 V 23 Vanadyum	51.9961 Cr 24 Krom	54.938044 Mn 25 Manganez	55.845 Fe 26 Demir	58.933194 Co 27 Kobalt	58.6934 Ni 28 Nikel	63.546 Cu 29 Bakır	65.38 Zn 30 Çinko	69.723 Ga 31 Galyum	72.630 Ge 32 Germanyum	74.921595 As 33 Arsenik	78.971 Se 34 Selenyum	79.904 Br 35 Brom	83.798 Kr 36 Kripton
85.4678 Rb 37 Rubidyum	87.62 Sr 38 Stronsiyum	88.90584 Y 39 İtriyum	91.224 Zr 40 Zirkonyum	92.90637 Nb 41 Nibodyum	95.95 Mo 42 Molibden	(98) Tc 43 Teknesyum	101.07 Ru 44 Rutenyum	102.90550 Rh 45 Rodyum	106.42 Pd 46 Palladyum	107.8682 Ag 47 Gümüş	112.414 Cd 48 Kadmiyum	114.818 In 49 İndiyum	118.710 Sn 50 Kalay	121.760 Sb 51 Antimon	127.60 Te 52 Tellür	126.90447 I 53 İyot	131.293 Xe 54 Ksenon
132.90545196 Cs 55 Sezyum	137.327 Ba 56 Baryum	174.967 Lu 71 Lütesyum	178.49 Hf 72 Hafniyum	180.94788 Ta 73 Tantal	183.84 W 74 Tungsten	186.207 Re 75 Renyum	190.23 Os 76 Osmiyum	192.217 Ir 77 İridyum	195.084 Pt 78 Platin	196.966569 Au 79 Altın	200.592 Hg 80 Cıva	204.38 Tl 81 Talyum	207.2 Pb 82 Kurşun	208.98040 Bi 83 Bizmut	(209) Po 84 Polonyum	(210) At 85 Astatin	(222) Rn 86 Radon
(223) Fr 87 Fransiyum	(226) Ra 88 Radyum	(260) Lr 103 Lavrensiyum	(267) Rf 104 Rutherfordiyum	(268) Db 105 Dubniyum	(269) Sg 106 Seaborgiyum	(270) Bh 107 Bohriyum	(269) Hs 108 Hasmiyum	(278) Mt 109 Meitneriyum	(281) Ds 110 Darmstadtiyum	(282) Rg 111 Röntgenyum	(285) Cn 112 Kopernikyum	(286) Nh 113 Nihonyum	(289) Fl 114 Flerovyum	(289) Mc 115 Moskovyum	(293) Lv 116 Livermoryum	(294) Ts 117 Tennessine	(294) Og 118 Oganesson

138.90547 La 57 Lantan	140.116 Ce 58 Seryum	140.90766 Pr 59 Praseodim	144.242 Nd 60 Neodim	(145) Pm 61 Prometyum	150.36 Sm 62 Samaryum	151.964 Eu 63 Evropyum	157.25 Gd 64 Gadolinyum	158.92535 Tb 65 Terbiyum	162.500 Dy 66 Disprosiyum	164.93033 Ho 67 Holmiyum	167.259 Er 68 Erbiyum	168.93422 Tm 69 Tulyum	173.045 Yb 70 İterbiyum
(227) Ac 89 Aktinyum	232.0377 Th 90 Toryum	231.03588 Pa 91 Protaktinyum	238.02891 U 92 Uranyum	(237) Np 93 Neptünyum	(244) Pu 94 Plütonyum	(243) Am 95 Amerikyum	(247) Cm 96 Kuriyum	(247) Bk 97 Berkelyum	(251) Cf 98 Kalifoniyum	(252) Es 99 Aynştaynum	(257) Fm 100 Fermiyum	(258) Md 101 Mendelevyum	(259) No 102 Nobelyum

b) Modern Periyodik Cetvelde Grup ve Periyotlar

Periyodik sistemde her element için bir kutucuk ayrılır. Bu kutucukta belirtilen elementin sembolü, atom numarası ve en çok kullanılan bazı değerleri yer alır. Periyodik cetvelde yatay sıralar ve düşey sütunlar bulunur. Yatay sıralara **periyot**, düşey sütunlara **grup** denir. Günümüzde bilinen 118 element için 7 periyot, 18 grup bulunmaktadır. Tablo 2.4'teki periyodik cetvel incelenirse birinci periyotta 2 element, ikinci ve üçüncü periyotta 8 element, dördüncü ve beşinci periyotta 18 element, altıncı ve yedinci periyotta 32 element bulunmaktadır.



Periyodik cetvelde 18 grup vardır. Gruplar iki şekilde adlandırılır. Birincisi harf ve rakamla olan adlandırmadır (1A, 2A, 3B, 4B, 5B, …). İkincisi IUPAC'ın [International Union Pure and Applied Chemistry (Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği)] kullandığı 1-18 numaralama sistemidir. Bu numaralama 1'den başlayıp 18'e kadar devam eder. Örneğin harf ve rakamla adlandırmada klor elementi periyodik cetvelin 7A grubunda, IUPAC'a göre 17. grupta yer alır.

Bazı grupların özel adları vardır. Bu adlar grup içerisindeki elementlerin kimyasal özellikleriyle de ilişkilendirilir. Örneğin Latincede "halo" kelimesi metallerle tuz yapan anlamındadır. Bu nedenle 7A grubundaki elementlere **halojenler** denir. Benzer şekilde

- 1A grubuna **alkali** metaller
- 2A grubuna **toprak alkali** metaller
- 3A grubuna **toprak** metalleri
- 6A grubuna **kalkojenler**
- 7A grubuna **halojenler**
- 8A grubuna **soy gazlar** (asal gazlar)
- B grubu elementlerine **geçiş metalleri** denir (Tablo 2.5).

Ayrıca 4A grubuna **karbon** grubu, 5A grubuna **azot** grubu, 6A grubuna **oksijen** grubu da denir.

Tablo 2.5: Periyodik Cetveldeki Bazı Grupların Özel Adları

1A	2A	B grubu	3A	4A	5A	6A	7A	8A
Alkali Metaller	Toprak Alkali Metaller	Geçiş Metalleri					Halojenler	Soy gazlar

BİLGİ KUTUSU

B grubu elementlerinin hepsi metaldir. Bu elementler bileşiklerinde birden fazla pozitif yükseltgenme sayısı alabilirler. Örneğin geçiş elementi olan demir;
demir(II) oksit (FeO) bileşiğinde +2,
demir(III) oksit (Fe_2O_3) bileşiğinde +3 yükseltgenme basamağına sahiptir.

Periyodik cetvelde A grubu elementlerine **baş grup** (ana grup) elementleri, B grubu elementlerine **yan grup** elementleri denir.

c) Atomların Katman Elektron Dağılımı ve Grup-Periyot İlişkisi

Periyodik tabloda aynı grupta yer alan elementlerin özellikleri neden birbirine benzemektedir? Bu soruya cevap verebilmek için elementlerin katman elektron dağılımını incelemek gerekir. Nobel Kimya ödüllü Linus Pauling (Linus Poling) tarafından önerilen “katman elektron modeli” atomların davranışlarını açıklayan ilk çalışmadır. Katman elektron dağılımı bir atomun görünümünü açıklayan bir model değildir. Atomun gözlenebilen bazı davranışlarını açıklayan bir modeldir. Bu katman modeli Bohr atom modelindeki yörüngelerle benzerlik göstermektedir.

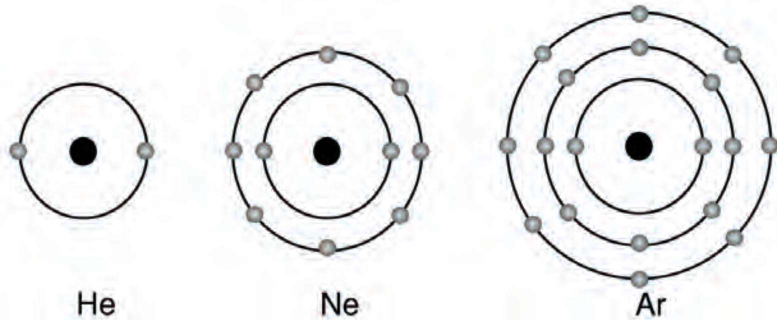
Katman elektron dağılımı, atomların kimyasal özellikleri hakkında bilgi verir. Katman elektron dağılımı modelinde elektron çekirdek etrafında bulunan katmanlara sırası ile yerleştirilir. Bu katmanların her birinin çekirdeğe uzaklığına göre bir enerjisi vardır. Bu enerji seviyelerinin her birine **katman** adı verilir. Katman elektron dağılımında

Katmanlar; n = 1, 2, 3, 4, 5… gibi sayılarla veya K, L, M, N, O… gibi harflerle gösterilir.

Her katmanın alabileceği maksimum elektron sayısı $2n^2$ formülü ile bulunur.

Katman No	Katman	Katmandaki Maksimum Elektron Sayısı ($2n^2$)
1	K	2
2	L	8
3	M	18
4	N	32

Elektronlar en düşük enerji seviyeli n=1 (K), n=2 (L) katmanından başlayarak sırasıyla K, L, M, N, O… katmanlarına yerleşir.



Bir atomun son katmanında 8’den fazla, bir önceki katmanda da 18’den fazla elektron bulunamaz.

Tablo 2.6: İlk Yirmi Elementin Katman Elektron Dağılımı

Element	Katman Elektron Dağılımı	Element	Katman Elektron Dağılımı
$_{1}H$	1)	$_{11}Na$	2) 8) 1)
$_{2}He$	2)	$_{12}Mg$	2) 8) 2)
$_{3}Li$	2) 1)	$_{13}Al$	2) 8) 3)
$_{4}Be$	2) 2)	$_{14}Si$	2) 8) 4)
$_{5}B$	2) 3)	$_{15}P$	2) 8) 5)
$_{6}C$	2) 4)	$_{16}S$	2) 8) 6)
$_{7}N$	2) 5)	$_{17}Cl$	2) 8) 7)
$_{8}O$	2) 6)	$_{18}Ar$	2) 8) 8)
$_{9}F$	2) 7)	$_{19}K$	2) 8) 8) 1)
$_{10}Ne$	2) 8)	$_{20}Ca$	2) 8) 8) 2)

Elementlerin periyodik cetveldeki yeri (grup ve periyodu) atomun nötr hâlinin katman elektron dağılımından yararlanarak bulunur (Tablo 2.6). Katman sayısı elementin periyodik cetveldeki periyodunu, son katmandaki değerlik elektron sayısı toplamı grubunu verir. Bir elementin son katmanındaki toplam elektron sayısına **değerlik elektron sayısı** denir. Değerlik elektron sayısı A grupları için grup numarasına eşittir.

Örneğin azot ve kükürt atomlarının katman elektron dağılımını yaparak periyodik cetveldeki grup ve periyodunu bulalım

	n=1	n=2	
$_{7}N$	2)	5)	n=2 periyot numarası → Değerlik elektron sayısı 5

2. periyot 5A grubu
IUPAC'a göre (15.grup)

	n=1	n=2	n=3
$_{16}S$	2)	8)	6)

3. periyot 6A grubu
IUPAC'a göre (16. grup)

BİLGİ KUTUSU

$_{2}He$ atomunun elektron dağılımı $_{2}He$ 2) şeklindedir. Helyum bu dağılıma göre 1. periyot 2A grubunda olması gerekirken 1. periyot 8A grubunda yer alır.

2.4. Alıştırma

Atom numarası 15 olan elementin periyot ve grup numarası nedir?

2.5. Alıştırma

İkinci katmanında 4 elektron bulunduran nötr bir atomun atom numarası kaçtır?

2.6. Alıştırma

Cl^{-} iyonunun elektron sayısı 18'dir. Buna göre Cl elementinin periyodik cetveldeki grup ve periyodu nedir?

2.2 Etkinlik

Etkinliğin Adı: Bazı elementlerin periyodik cetvelde periyot ve grup numarasının tespiti

Etkinliğin Amacı: Elementlerin atom numaralarından periyodik cetveldeki yerini tespit etmek.

Etkinliğin Süresi: 20 dakika

Uygulama Aşamaları

1- $_{2}He$, $_{3}Li$, $_{8}O$, $_{11}Na$, $_{12}Mg$, $_{19}K$, $_{20}Ca$ elementlerinin katman elektron dağılımını yaparak grup ve periyotlarını belirleyiniz.

2- Elementlerin grup ve periyodunu bulduktan sonra aşağıdaki çizelgeye yerleştiriniz.

Etkinliğin Değerlendirmesi

1- Atomların nötr hâlinin elektron dağılımı yapıldığında katman sayısı, periyodu; en son katmandaki elektron sayısı, grup numarasını verir.

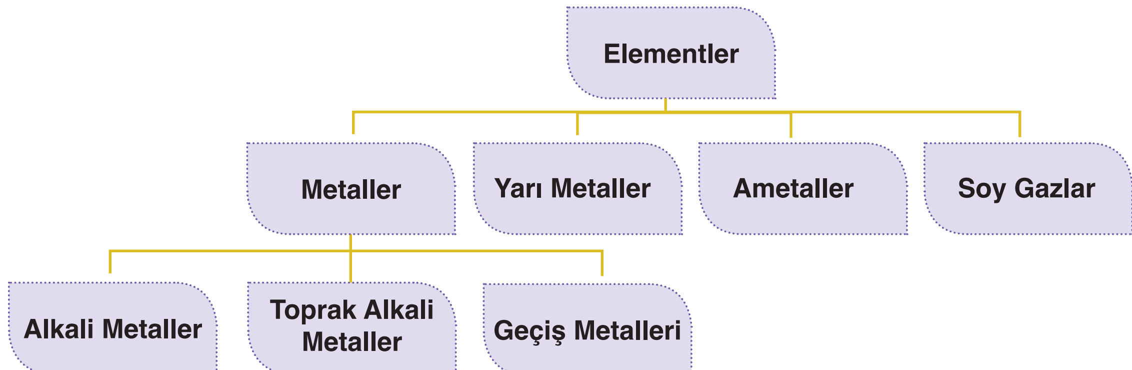
2- Aynı grupta yer alan elementlerin değerlik elektron sayıları aynıdır. Bu yüzden bu elementlerin kimyasal özellikleri benzerdir.

2.3.2. Elementlerin Periyodik Sistemdeki Yerlerine ve Özelliklerine Göre Sınıflandırılması

Periyodik cetveldeki her bir elementin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tek tek incelenmesi zor olduğundan bu elementlerin ortak özelliklerinin incelenmesi kolaylık sağlar. Periyodik cetveldeki elementler fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre sınıflandırılmıştır.

a) Metaller, Ametaller, Yarı Metaller ve Soy Gazlar

Elementler metaller (alkali metaller, toprak alkali metaller, geçiş metalleri), ametaller, yarı metaller ve soy gazlar olarak sınıflandırılır (Şekil 2.20).



Şekil 2.20: Elementlerin sınıflandırılması

Metaller

Periyodik tabloda 1A, 2A, 3A ve B gruplarında bulunan elementlerin çoğunluğunu metaller oluşturmaktadır.

Metallerin genel özellikleri şu şekildedir

- Metaller ısı ve elektriği iletir.
- Tel ve levha hâline gelebilir.
- Metalik parlaklık gösterir.
- Doğada bileşikleri hâlinde ve bazıları atomik hâlde bulunur.
- Oda sıcaklığında (25 °C) cıva hariç hepsi katı hâldedir.
- Elektron vererek bileşik oluştururlar. Bileşiklerinde pozitif (+) değerlik alır.
- Kendi aralarında alaşım yaparlar. Ametallerle genellikle iyonik bileşik ler oluşturur.
- Yoğunlukları, erime ve kaynama noktaları genellikle yüksektir. (Bazı metallerin erime noktaları; Bakır (Cu): 1083 °C, Osmiyum (Os): 3045 °C, Galyum (Ga): 29,8 °C).
- Aktif metaller asitlerle tepkimeye girerek tuz ve hidrojen gazı (H_2) oluşturur.
- Genelde oksitleri bazik özellik gösterir.

BİLGİ KUTUSU

Metaller ametallerle her zaman iyonik bileşik oluşturmaz. LiH, BeH_2, MgH_2 metal-ametal bileşikleri olmasına rağmen kovalent moleküllerdir.

Alkali Metaller (1A Grubu)

1A grubunda hidrojen (H) dışındaki elementlere (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) **alkali metal** denir (Tablo 2.7). Bu metaller periyodik cetvelin en aktif metalleridir.

Tablo 2.7: Periyodik Tabloda Alkali Metaller

1A
H
Li
Na
K
Rb
Cs
Fr

BİLGİ KUTUSU

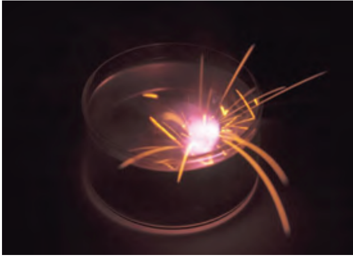
*Tepkimeye girme isteğine **aktiflik** denir. Metaller elektron vererek tepkimeye girmek ister. Bu nedenle kolay elektron verebilen metallerin aktifliği yüksektir. Ametallerde aktiflik ise elektron alma isteğiyle artar.*

Alkali Metallerin Genel Özellikleri

- Oda koşullarında katı hâlde bulunur.
- Isı ve elektriği iletir.
- Çok aktif olduğundan doğada bileşik hâlinde bulunur.
- Katman elektron dağılımlarında en son katmanlarında bir elektron bulunur.
- Son katmanlarındaki bir elektronu vererek bileşik oluşturur.
- Bileşiklerinde +1 yükseltgenme basamağına sahiptir.
- Grupta yukarıdan aşağı doğru ilerledikçe
  Aktiflikleri artar.
  Atom numaraları ve kütle numaraları artar.
  Erime noktaları düşer.
  Sertlikleri azalır.
  Oksitlerinin bazik karakteri artar.
- En aktif metal grubu olduğundan soğuk ve sıcak su ile tepkimeye girerek baz ve hidrojen gazı oluşturur (Resim 2.10).

BİLGİ KUTUSU

Hidrojen 1A grubunda bulunmasına rağmen alkali metal olmayıp ametal özellik gösterir. Bileşiklerinde +1 veya –1 yükseltgenme sayısı alır.



Resim 2.10: Sodyumun su ile tepkimesi

MERAKLISINA — **1A Grubunun Önemli Kullanım Alanları**

LİTYUM	Şarj edilebilen pil ve bataryalarda, sanayide otomotiv gresi olarak, sağlık alanında manik-depresif hastalığının tedavisinde
SODYUM	Tuz, ilaç, sabun, cam, lastik başta olmak üzere pek çok maddenin yapımında
POTASYUM	Gübre ve arap sabunu yapımında kullanılır.

Toprak Alkali Metaller (2A Grubu)

Toprak alkali metalleri Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra elementlerinden oluşur (Tablo 2.8). Aktif metallerdir ancak aktiflikleri alkali metallere göre daha düşüktür.

Toprak Alkali Metallerin Genel Özellikleri

- Oda koşullarında katı hâlde bulunur.
- Alkali metallere göre erime, kaynama sıcaklıkları ve sertlikleri daha yüksektir.
- Katman elektron dağılımında en son katmanlarında 2 elektron bulunur.
- Son katmanlarındaki iki elektronu vererek bileşik oluşturur.
- Bileşiklerinde +2 yükseltgenme basamağına sahiptir.
- Grupta yukarıdan aşağı doğru ilerledikçe
  Aktiflikleri artar.
  Atom ve kütle numaraları artar.
  Erime noktaları düşer.
  Sertlikleri azalır.
  Oksitlerinin bazik karakteri artar.

MERAKLISINA

2A Grubunun Önemli Kullanım Alanları

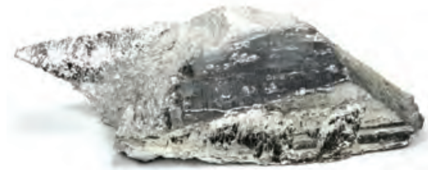
BERİLYUM	Doğada az bulunmasından dolayı kullanım alanı kısıtlıdır. Bileşikleri ve kendisi zehirlidir. Metallerin sertliğini arttırmada kullanılır (Resim 2.11).
MAGNEZYUM	Magnezyum iyonları (Mg^{2+}) suda kalıcı sertlik oluşturur. Havada yakıldığında parıltı verdiğinden özellikle fotoğraf flaşında, işaret fenerlerinde, maytaplarda, havai fişeklerde ve sağlık sektöründe kullanılır. Magnezyumun bileşiği olan MgO çok yüksek sıcaklık isteyen fırınlarda ateş tuğlası olarak kullanılır (Resim 2.12).
KALSİYUM	Kalsiyum iyonları (Ca^{2+}) suda sertlik oluşturur. Kireç (CaO) ve alçı taşı ($CaSO_4$) endüstride birçok amaç için kullanılır. Kemiklerimizin ana maddesi kalsiyum fosfattır [$Ca_3(PO_4)_2$].

BİLGİ KUTUSU

Berilyum, asit ve bazlarla tepkimeye girebildiğinden amfoter metaldir. Berilyum su ile tepkimeye girmezken magnezyum sıcak su ile; diğer 2A grubu metalleri (Ca, Sr, Ba) daha aktif olduklarından dolayı soğuk ve sıcak su ile tepkimeye girer.



Resim 2.11: Berilyum minerali



Resim 2.12: Magnezyum minerali

Tablo 2.8 Periyodik Tabloda Toprak Alkali Metaller

2A
Be
Mg
Ca
Sr
Ba
Ra

Geçiş Metalleri

B grubu elementlerine **geçiş metalleri** denir. Periyodik cetvelde 4. periyottan itibaren başlar (Tablo 2.9).

Tablo 2.9: Periyodik Cetvelde Geçiş Metalleri

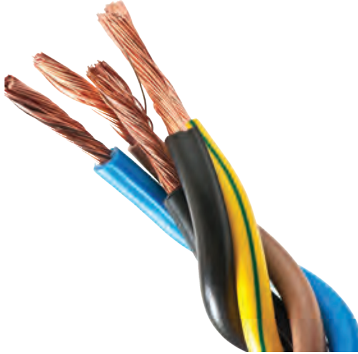
GEÇİŞ METALLERİ

Geçiş Metallerinin Genel Özellikleri

- Bu metallerin en önemli özelliklerinden biri de bileşiklerinde genelde birden fazla pozitif yükseltgenme sayıları almalarıdır. Örneğin mangan +2, +3, +4, +6, +7 yükseltgenme sayılarını alabilir.
- Yoğunlukları, sertlikleri, ısı ve elektrik iletkenlikleri, erime ve kaynama noktaları yüksektir.
- Katı hâldeki bileşik ve çözeltileri renklidir.
- Oda koşullarında cıva hariç hepsi katıdır.
- Çoğunlukla ağır metaller olarak bilinir.



Resim 2.13: Demir (Fe)
Erime noktası: 1536 °C
Kaynama noktası: 2750 °C
Yoğunluk: 7,86 g/cm³



Resim 2.14: Bakır (Cu)
Erime noktası: 1083 °C
Kaynama noktası: 2567 °C
Yoğunluk: 8,96 g/cm³

MERAKLISINA

Bazı Geçiş Metallerinin Kullanım Alanları

DEMİR	Bu metal daha çok demir alaşımlarında kullanılır. Çelik üretiminde, inşaat ve otomotiv sektöründe, boyalarda, kozmetikte, matbaacılıkta yararlanılır (Resim 2.13).
KADMİYUM	Ağır metal ve zehirli olmasına rağmen parlaklık özelliğinden dolayı çok sayıda kullanım alanına sahiptir. Demirin paslanmasının önlenmesinde çinko metalinin yerine kullanılır. Nötron tutma özelliğinden dolayı nükleer reaktörlerde kontrol çubuğu yapımında kullanılır. Kaplamacılıkta, güneş pili ve diğer pillerde de kullanılır.
NİKEL	Gümüş beyazı renginde sert metaldir. Alaşım yapımında, kaplamacılıkta, katalizör olarak kullanılır. Çelik alaşımına katıldığında çeliğin esnekliğini, sertliğini ve şok direncini arttırır.
BAKIR	İyi iletkenlik özelliği ve üretim maliyetinin düşük olmasından dolayı elektrik kablolarında kullanılır (Resim 2.14). Dayanıklı, aşınmaya dirençli olması sebebiyle madenî paralarda, bronz heykellerde kullanılır.

Ametaller

Periyodik tabloda 4A, 5A, 6A, 7A gruplarındaki bazı elementler ve 1A grubundaki hidrojen elementi ametaller sınıfındadır.

Ametallerin Genel Özellikleri

- Isı ve elektriği iletmez (Karbon elementinin allotropu olan grafit (C) elektriği iletir.).
- Katı hâlde kırılgandır, tel ve levha hâline getirilemez.
- Mat görünümlüdür.
- Doğada genellikle moleküler hâlde bulunur (N_2, O_2, Cl_2, O_3, I_2, P_4, S_8 vb.).
- Oda sıcaklığında katı, sıvı, gaz hâlinde bulunabilir ($C_{(k)}$, $Br_{2(s)}$, $Cl_{2(g)}$).
- Elektron alarak veya elektron ortaklaşmasıyla bileşik oluşturur. Bileşiklerinde pozitif (+) veya negatif (–) yükseltgenme basamağı alır.
- Kendi aralarında elektron ortaklaşmasıyla kovalent yapılı bileşikler oluşturur. Metallerle elektron alışverişi ile iyonik karakterli bileşik yapar.
- Erime ve kaynama noktaları genellikle düşüktür.
- Oksitleri genellikle asidik karakterlidir.

MERAKLISINA

Bazı Ametallerin Kullanım Alanları

HİDROJEN	Yakıt, yakıt pilleri
KARBON	Nanoteknoloji, kurşun kalemlerde, yağlama sıvısı (Resim 2.15)
AZOT	Gübrelerde, hava yastığında, uçak lastiklerinde, soğutucu akışkanlarda
OKSİJEN	Yanma olaylarında, solunum tüplerinde, su arıtımında
FLOR	Teflon üretiminde, diş macunlarında
FOSFOR	Deterjanlarda, kibrit üretimi, gübrelerde, havai fişeklerde
KÜKÜRT	Meyve kurularını ağartmada, küf önleyici
KLOR	Çamaşır suyu üretiminde, su arıtımında, mikrop öldürücü
BROM	Fotoğrafçılıkta, böcek öldürücü
İYOT	Guatr hastalıklarında, dezenfektan olarak kullanılır (Resim 2.16).



Resim 2.15: Yüksek oranda karbon elementi içeren kömür



Resim 2.16: İyot içeren sıvı çözelti

Yarı Metaller

Metaller ile ametaller arasında yer alır. Bor'dan (3A grubu) Tellür'e (6A) uzanan bu elementlerin özellikleri metallerle ametallerin arasındadır. Yarı metaller; Bor (B), Silisyum (Si), Germanyum (Ge), Arsenik (As), Antimon (Sb), Tellür (Te), Polonyum (Po) elementlerinden oluşur (Tablo 2.10).

Tablo 2.10: Yarı Metaller

B Si Ge As Sb Te Po

Yarı Metallerin Genel Özellikleri

- Fiziksel özellikleri metallere, kimyasal özellikleri ametallere benzer.
- Elektrik ve ısı iletkenlikleri metallerden azdır.
- Elektrik iletkenlikleri sıcaklıkla artar.
- Yarı metaller, ametallerle kovalent yapılı bileşik oluşturur (SiO_2: silisyum dioksit, BCl_3: bor tri klorür).
- Elektron alma yeteneğine sahip yarı metallerin oluşturduğu alaşımlar (Na_3As, Na_4Si vb.) bileşik özelliğine sahiptir.

BİLGİ KUTUSU

Çamaşır suyu (NaClO) çamaşırları ağartmak için kullanılır fakat renkli çamaşırları rengini soldurur.
Bor bileşiği olan sodyum perborat (Na_3BO_3) renkli kıyafetleri soldurmadan kiri çıkarır. Bu nedenle sodyumperborat renkli kıyafetler için çamaşır suyu olarak kullanılır.

MERAKLISINA

Yarı Metallerinin Kullanım Alanları

BOR	Cam endüstrisi, temizlik endüstrisi, hidrojen gazı üretimi, tarım, metalürji, yanmayı önleyici madde, nükleer santrallerde kontrol çubuğu olarak kullanılır.
SİLİSYUM	Cam üretiminde kullanılır. Yarı iletken olan silisyuma az miktarda bor ilave edildiğinde elektrik iletkenliği 100.000 katına çıkar. Bu özelliği sayesinde elektronik araçlarda bulunan diyot ve transistör yapımında kullanılır.

Soy Gazlar

Periyodik cetvelin IUPAC'a göre 18. grubunda (8A grubu) yer alırlar. Kimyasal tepkimelere karşı isteksiz davrandıkları için bu gazlara asal gazlar da denir. Soy gazlar He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn elementlerinden oluşur. Sıvı havanın damıtılmasıyla elde edilebilir.

Soy Gazların Genel Özellikleri:

- Katman elektron dağılımında en son katmanda 8 elektron bulundurur (Helyumun 2 elektronu bulunur.).
- Oda koşullarında hepsi gaz hâlindedir.
- Doğada atomik hâlde bulunur.
- Renksiz ve kokusuzdur.
- Erime ve kaynama noktaları çok düşüktür.
- Bileşik yapmaya yatkın değildir, ancak Kriptonun KrF_2, Ksenonun XeF_2, XeF_4, XeO_3 gibi bileşikleri oluşturulmuştur. 2000 yılında düşük sıcaklıkta kararlı olan argonun HArF bileşiği elde edilmiştir.

BİLGİ KUTUSU

Büyük patlama sonucu oluşan ilk elementler hafif olanlardır. Bu nedenle helyum dünyada çok az bulunmasına karşın evrende hidrojenden sonra en çok bulunan elementtir.

MERAKLISINA

Soy Gazların Kullanım Alanları

HELYUM	Zeplin, uçan balonlarının doldurulmasında kullanılır.
NEON	Düşük basınçta neon gazı içeren bir tüpün içinden elektrik akımı geçirilirse, uyarılmış neon atomları kırmızı renkli bir ışıma oluşturur. Vitrinlerde kullanılan neon lambaları bu şekilde yapılır.
ARGON	Doğada en fazla bulunan soy gazdır. Gaz boşaltım tüpleri ve çelik endüstrisinde sıcak bir alaşımın kalıba dökülmeden önce hava ile temasını kesmek için argon gazı kullanılır.

b) Lantanitler ve Aktinitler

Periyodik cetvelin altı ve yedinci periyodunda 2A grubundan sonra başlarlar. Her biri 14 elementten oluşur. Altıncı periyotta $_{57}$La - $_{71}$Lu arasındaki 14 element periyodik cetvelin uzamaması için periyodik cetvelin altında gösterilir. Yedinci periyotta $_{89}$Ac - $_{103}$Lr arasındaki 14 element yine periyodik cetvelin uzamaması için altta gösterilmiştir. Lantan elementi ile başlayan 14 elemente **lantanitler**, aktinyum ile başlayan 14 elemente **aktinitler** denir. Bu elementlerin her ikisine birden **iç geçiş elementleri** denir (Tablo 2.11).

Tablo 2.11: Lantanitler ve Aktinitlerin Periyodik Cetvelde Normal Yerlerinde Gösterilmesiyle Oluşan Periyodik Cetvel

Lantanitlerin çoğu doğada bir arada bulunur. Aktif metaller olup büyük bir kısmı gümüş beyazı rengindedir. Lantanitlerden sadece prometyum (Pm) elementi radyoaktif, aktinitlerin ise hepsi radyoaktif metaldir. Lantanitler ve aktinitler birbirine benzer özellikler gösterir.

c) Bilişim Teknolojilerinden (Animasyon, Simülasyon, Video vb.) Yararlanılarak Periyodik Cetvel tanıtımı

Millî Eğitim Bakanlığına bağlı Eğitim Bilişim Ağı (**eba.gov.tr**) adresinden periyodik cetvelle ilgili görsellere ulaşılabilir.

2.3.3. Periyodik Özellikler ve Değişimi

Elementler periyodik cetvelde artan atom numarasına göre sıralanırsa bazı özelliklerin periyodik (düzenli) olarak tekrarlandığı görülür. Metalik/ametalik, atom/iyon yarıçapı, iyonlaşma enerjisi, elektron ilgisi ve elektronegatiflik atomların periyodik özellikleridir. Bu özellikler atomların atomik yapılarına bağlıdır. Periyodik özelliklerin grup ve periyotlarda değişimi aşağıda verilmiştir.

a) Metalik/Ametalik, Atom/İyon Yarıçapı, İyonlaşma Enerjisi, Elektron İlgisi ve Elektronegatiflik

Atom ve İyon Yarıçapı

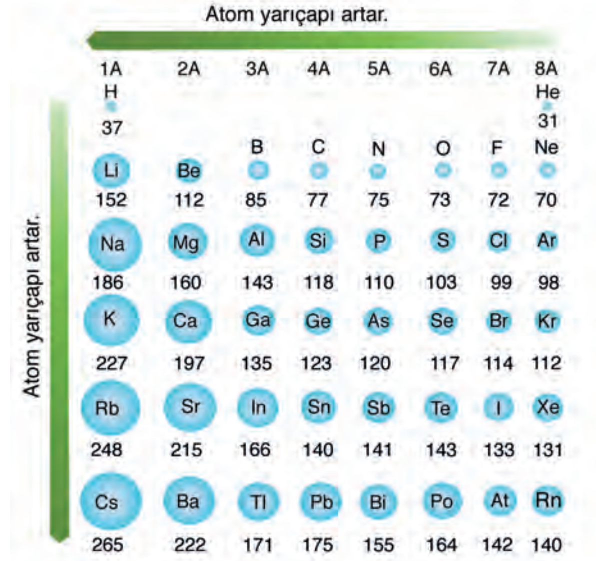
Fiziksel ve kimyasal özellikleri anlamak için atom büyüklükleri hakkında da bilgi sahibi olmak gerekir. Atom yarıçaplarını belirlemek zordur. Atom çekirdeğinden uzaklaştıkça elektronların bulunma olasılığı azalmakta, ancak hiçbir zaman bu olasılık sıfır olmamaktadır. Bu nedenle bir atomun kesin bir dış sınırı yoktur. Elektron yük yoğunluğunun %95'ini içinde bulunduran çekirdek dışındaki bir uzaklığa göre bir etkin atom yarıçapının belirlenmesi gerekmektedir. Atom yarıçapı tüm ölçülebilen, bitişik atomların çekirdekleri arasındaki uzaklığın yarısıdır.

Atomlar sürekli etkileşim hâlinde bulunduklarından tek başına atom yarıçapından bahsetmek olanaksızdır. Atomlar küre olarak düşünüldüklerinden atom büyüklükleri, atom yarıçapı olarak ifade edilir. Periyodik cetvelin bir periyodunda soldan sağa doğru gidildikçe çekirdek yükü artarken katman sayısı değişmez. Çekirdek çekim gücünün artmasıyla katmanlar çekirdeğe yaklaşır ve atom yarıçapı küçülür.

Gruplarda yukarıdan aşağı inildikçe çekirdek yükü artmasına rağmen katman sayısı arttığı için atom yarıçapları artar (Şekil 2.21).

BİLGİ KUTUSU

Atom yarıçapları genelde pikometre olarak verilir.
1 pm = 10^{-12} m



Şekil 2.21: Periyodik çizelgede yerlerine göre baş grup elementlerinin atom yarıçapları değişimi (pikometre olarak)

BİLGİ KUTUSU

Atom çapları sıralanırken öncelikle atomların katman sayısına bakılır. Katman sayısı aynı ise çekirdek yükü büyük olan atomun yarıçapı daha küçüktür. Aynı grupta katman sayısı büyük olan atomun yarıçapı büyüktür.

Örnek

$_{11}Na$, $_{15}P$ ve $_{20}Ca$ atomlarının atom yarıçaplarını büyükten küçüğe sıralayınız.

Çözüm

$_{11}Na$: 2) 8) 1) 3. periyot 1A grubu
$_{15}P$: 2) 8) 5) 3. periyot 5A grubu
$_{20}Ca$: 2) 8) 8) 2) 4. periyot 2A grubu

Ca'nın katman sayısı büyük olduğu için atom yarıçapı daha büyüktür. Na ve P'nin katman sayıları aynı; P'nin çekirdek yükü daha büyük olduğu için atom yarıçapı daha küçüktür.

Atom yarıçapları sıralaması $_{20}Ca > _{11}Na > _{15}P$ şeklindedir.

- Nötr bir atom elektron alarak ya da vererek iyon hâline geçer. Nötr bir atom elektron alırsa iyon yarıçapı artar. Nötr bir atom elektron verirse iyon yarıçapı azalır (Şekil 2.22).
  Örneğin;
  Klor atomu elektron alınca yarıçapı artar, $_{17}Cl^- > _{17}Cl$
  Kalsiyum atomu elektron verince yarıçapı küçülür, $_{20}Ca > _{20}Ca^{2+}$
- İzoelektronik iyonlarda atom numarası büyüdükçe iyon yarıçapı küçülür. $_{17}Cl^- > _{20}Ca^{2+}$

Oksijen elementinin atom ve iyon yarıçapları: $O^{2-} > O > O^{2+}$ dir (Tablo 2.12).

1A		2A		3A	
Li 152	Li^+ 60	Be 112	Be^{2+} 31		
Na 186	Na^+ 95	Mg 160	Mg^{2+} 65	Al 143	Al^{3+} 50
K 227	K^+ 133	Ca 197	Ca^{2+} 99	Ga 135	Ga^{3+} 62
Rb 248	Rb^+ 148	Sr 215	Sr^{2+} 113	In 166	In^{3+} 81

Şekil 2.22: Atom ve iyon yarıçapları (pikometre olarak)

Tablo 2.12: Oksijen Elementinin Nötr, Anyon ve Katyon Hâllerinin Yarıçapları

	Çekirdek Yükü	Elektron Sayısı	Atom ve İyon Yarıçapları (pm)
O^{2+}	8	6	44
O	8	8	73
O^{2-}	8	10	144

2.7. Alıştırma

$_{11}Na$, $_{15}P$, $_{16}S$ atomlarının atom yarıçaplarını büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

2.8. Alıştırma

$_{18}Ar$, $_{17}Cl^-$ ve $_{19}K^+$ atom ve iyonlarının yarıçaplarını büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

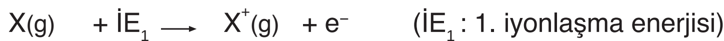
2.9. Alıştırma

$_{11}Na^+$, $_{12}Mg^{2+}$, $_{8}O^{2-}$ iyonlarının iyon yarıçaplarını büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

İyonlaşma Enerjisi

Gaz hâldeki nötr bir atomdan bir elektron koparmak için gerekli olan enerjiye **iyonlaşma enerjisi** denir. Nötr bir atomdan bir elektron koparmak için gerekli olan enerjiye birinci iyonlaşma enerjisi, +1 yüklü bir iyondan bir elektron koparmak için gerekli enerjiye 2. iyonlaşma enerjisi, +2 yüklü bir iyondan bir elektron koparmak için gerekli enerjiye üçüncü iyonlaşma enerjisi denir. Bir atomdaki iyonlaşma enerjisi sayısı nötr hâldeki elektron sayısı kadardır. Örneğin $_{3}Li$ atomunun üç tane iyonlaşma enerjisi vardır, dördüncü iyonlaşma enerjisi yoktur.

Aynı atom için bir sonraki iyonlaşma enerjisi daima bir önceki iyonlaşma enerjisinden büyüktür. İyonlaşma enerjisi İE, E veya I şeklinde gösterilir.


$X(g) + İE_1 \longrightarrow X^+(g) + e^-$ ($İE_1$: 1. iyonlaşma enerjisi)


$X^+(g) + İE_2 \longrightarrow X^{2+}(g) + e^-$ ($İE_2$: 2. iyonlaşma enerjisi)


$X^{2+}(g) + İE_3 \longrightarrow X^{3+}(g) + e^-$ ($İE_3$: 3. iyonlaşma enerjisi)

$İE_1 < İE_2 < İE_3 < \ldots\ldots\ldots İE_n$

BİLGİ KUTUSU

Atom yarıçapı ile iyonlaşma enerjisi genelde ters orantılıdır.

BİLGİ KUTUSU

Bir atom veya iyondan elektron koparmak endotermik (enerji alan) olaydır.

Tablo 2.13: Alkali Metallerin Atom Yarıçapları ve 1. İyonlaşma Enerjileri

Element	Atom Yarıçapı (pm)	$İE_1$ kJ/mol
Li	152	520,2
Na	186	495,8
K	227	418,8
Rb	248	403,0
Cs	265	375,7

İyonlaşma enerjisi; atom yarıçapı, çekirdek yükü, kopan elektronun bulunduğu orbital, iç katman elektronlarının çekirdeğin oluşturduğu elektron başına düşen çekim gücünü azaltması gibi özelliklere bağlıdır. Periyodik cetvelde aynı grupta yukarıdan aşağıya inildikçe atom yarıçapı arttığı için elektron koparmak için gerekli enerji azalır. Atomların iyonlaşma enerjileri azalır (Tablo 2.13). Aynı periyotta soldan sağa gidildikçe atom yarıçapı azalırken iyonlaşma enerjileri genellikle artar.

Tablo 2.14: 3. Periyot Elementlerinin İyonlaşma Enerjileri (kJ/mol)

	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
$İE_1$	495,8	737,7	577,6	786,5	1012	996,6	1251,1	1520,5

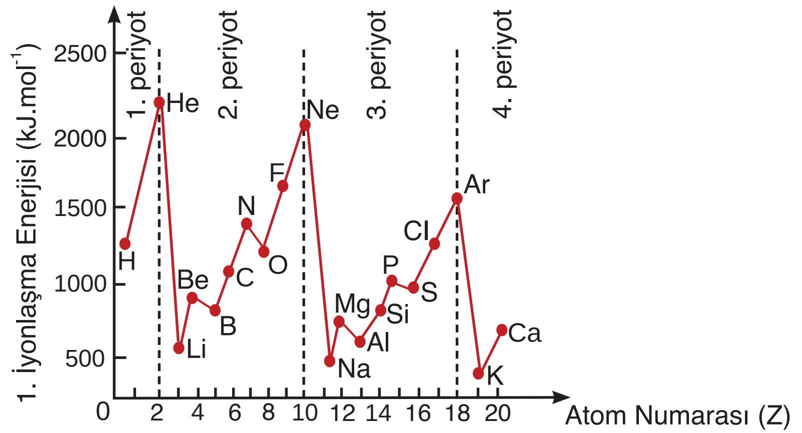
Tablo 2.14 incelenirse iyonlaşma enerjileri; magnezyumun (2A) alüminyumdan (3A), fosforun (5A) kükürtten (6A) büyük olduğu görülür.

O hâlde aynı periyotta iyonlaşma enerjilerinin değişimi:

1A < 3A < 2A < 4A < 6A < 5A < 7A < 8A şeklindedir (Grafik 2.2).

BİLGİ KUTUSU

*Bir periyod boyunca iyonlaşma enerjisinin düzenli olarak artmamasının nedeni 2A ve 5A grubu elementlerinin **küresel simetrik** elektron dağılımına sahip olmalarıdır. Küresel simetrik elektron dizilimine sahip elementler kararlı olduklarından elektron koparmak için gerekli olan iyonlaşma enerjilerinde artma görülür.*



Grafik 2.2: İyonlaşma enerjisinin atom numarası ile değişimi

Örnek

$_7N$, $_8O$ ve $_{16}S$ elementlerinin birinci iyonlaşma enerjilerini büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

Çözüm

Birinci iyonlaşma enerjilerinin karşılaştırılması atomların nötr hâllerinden yapılır.

$_7N$ 2) 5) 2. periyot 5A grubunda

$_8O$ 2) 6) 2. periyot 6A grubunda

Aynı periyotta iyonlaşma enerjisi 5A > 6A dır. Bu nedenle $İE_1$ N > O dur.

$_{16}S$ 2) 8) 6) 3. Periyot 6A grubu

Grupta yukarıdan aşağı $İE_1$ azalır. Bu nedenle $İE_1$ O > S dir.

$İE_1$ sıralaması N > O > S şeklinde olur.

Örnek


$_{10}Ne$, $_{11}Na^{+}$, $_{9}F^{-}$, $_{13}Al^{3+}$, $_{12}Mg^{2+}$

Yukarıdaki atom ve iyonlardan bir elektron koparmak için gerekli enerji miktarlarını büyükten küçüğe sıralayınız.

Çözüm

Verilen türler birbirinin izoelektroniğidir (elektron sayıları aynıdır). Atom ve iyon yarıçapları $Al^{3+} < Mg^{2+} < Na^{+} < Ne < F^{-}$ olduğundan iyonlaşma enerjileri $Al^{3+} > Mg^{2+} > Na^{+} > Ne > F^{-}$ şeklinde sıralanır. Çünkü yarıçap ile iyonlaşma enerjisi genelde ters orantılıdır.

2.10. Alıştırma

Aşağıda verilen atom ve iyonlardan bir elektron koparmak için gerekli olan enerji miktarlarını periyodik tabloyu kullanarak karşılaştırınız.

a) Na - K
b) F - Cl
c) Be - B
ç) N - O
d) Li - Be - K
e) Li^{+} - He - O^{2-}

Elektron İlgisi

Elementlerin özelliklerini etkileyen faktörlerden biri de elektron alma isteğidir. Periyodik cetveldeki gruplarda yukarıdan aşağıya çekirdek yükü ve atom yarıçapı artar. Elektron alma isteği azalır. Periyotlarda soldan sağa doğru gidildikçe elementlerin çekirdek yükü artarken atom yarıçapı azalır. Atom yarıçapı küçüldüğü için atomun elektron alma isteği artar.

Gaz hâlindeki nötr bir atomun elektron alması esnasındaki enerji değişimine **elektron ilgisi** denir. **Eİ** ile gösterilir.

Elektron ilgisi; periyotlarda soldan sağa gidildikçe genellikle artar, gruplarda yukarıdan aşağıya inildikçe genellikle azalır (Tablo 2.15).


$Cl(g) + e^{-} \longrightarrow Cl^{-}(g) + 349\ kJ$ Eİ = -349 kJ/mol


$F(g) + e^{-} \longrightarrow F^{-}(g) + 328\ kJ$ Eİ = -328 kJ/mol


$N(g) + e^{-} + 7\ kJ \longrightarrow N^{-}(g)$ Eİ = +7 kJ/mol


$Be(g) + e^{-} + 240\ kJ \longrightarrow Be^{-}(g)$ Eİ = +240 kJ/mol


$Na(g) + e^{-} \longrightarrow Na^{-}(g) + 53\ kJ$ Eİ= –53 kJ/mol

Yukarıdaki örnekler incelendiğinde elektron ilgisinin, ısı alan (endotermik) veya ısı veren (ekzotermik) bir olay olduğu görülür.

Genelde ametal ve metallerin elektron ilgisi ekzotermiktir. Elektron ilgisinin değişkenlik göstermesinin nedeni atomların elektron dağılımlarındaki farklılıklardır. Periyodik cetvelde elektron ilgisi en büyük olan element klordur (Cl).

Tablo 2.15: A Grubu Elementlerinin Elektron İlgileri

1	2	13	14	15	16	17	18
H -72.8							He >0
Li -59.6	Be >0	B -26.7	C -121.8	N +7	O -141.0	F -328.0	Ne >0
Na -52.9	Mg >0	Al -42.5	Si -133.6	P -72	S -200.4	Cl -349.0	Ar >0
K -48.4	Ca -2.37	Ga -28.9	Ge -119.0	As -78	Se -195.0	Br -324.6	Kr >0
Rb -46.9	Sr -5.03	In -28.9	Sn -107.3	Sb -103.2	Te -190.2	I -295.2	Xe >0
Cs -45.5	Ba -13.95	Tl -19.2	Pb -35.1	Bi -91.2	Po -186	At 270	Rn >0

Tablo 2.15 incelendiğinde elektron ilgileri için daha büyük ve daha küçük gibi ifadeler kullanmak pek doğru değildir. Bir elektron kazanmaya karşı “yüksek ilgiden” (F ve Cl da olduğu gibi), atomun elektron almaya şiddetli eğilim gösterdiği kastedilmiştir. Düşük Eİ değeri, küçük negatif değer olarak belirtilmiştir.

Elektronegatiflik

Bir atomun bağ yapan elektronları çekme yeteneğine (bağ elektronlarına sahip çıkma isteğine) **elektronegatiflik** denir. Elektronegatiflik elektron ilgisi ve iyonlaşma enerjisine bağlı bir büyüklüktür ve doğrudan ölçülemez. Elektronegatiflik elektron ilgisi ve iyonlaşma enerjisinden hesaplanır.

Elektronegatiflik birçok maddenin yapı ve özelliklerini anlamamıza yardımcı olur. Örneğin bağların, polar ya da apolar karakterde olduğunu açıklamaya yarar. İki atom arası elektronegatiflik farkı artarsa polarlık ve iyonik karakter artar.

Elektronegatiflik bir atomun yükseltgenme basamağını da belirlemeye yardımcı olur. İki ametalden oluşan bileşiklerde, elektronegatifliği yüksek olan ametal negatif yükseltgenme sayısına, elektronegatifliği düşük olan ametal pozitif yükseltgenme sayısına sahip olur. Örneğin HCl molekülünde klor atomunun elektronegatifliği, hidrojen atomunun elektronegatifliğinden yüksek olduğu için klor –1, hidrojen +1 yükseltgenme sayısına sahip olur.

Periyodik cetvelde periyotlarda soldan sağa doğru gidildikçe elektronegatiflik genellikle artar. Gruplarda yukarıdan aşağıya doğru inildikçe genellikle azalır.

Periyodik cetveldeki elektronegatiflik değerleri Tablo 2.16’da verilmiştir.

Tablo 2.16: Atomların Elektronegatiflik Değerleri

Elektronegatiflik artar (→)

Elektronegatiflik artar (↑)

1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8A
H 2,1																	He
Li 1,0	Be 1,6											B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0	Ne
Na 0,9	Mg 1,2											Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0	Ar
K 0,8	Ca 1,0	Sc 1,3	Ti 1,5	V 1,6	Cr 1,6	Mn 1,5	Fe 1,8	Co 1,9	Ni 1,9	Cu 1,9	Zn 1,6	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8	Kr
Rb 0,8	Sr 1,0	Y 1,2	Zr 1,4	Nb 1,6	Mo 1,8	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,2	Pd 2,2	Ag 1,9	Cd 1,7	In 1,7	Sn 1,8	Sb 1,9	Te 2,1	I 2,5	Xe
Cs 0,7	Ba 0,9	La 1,0	Hf 1,3	Ta 1,5	W 1,7	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,2	Pt 2,2	Au 2,4	Hg 1,9	Tl 1,8	Pb 1,9	Bi 1,9	Po 2,0	At 2,1	Rn

2.11. Alıştırma

Tablo 2.16’daki verileri kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Metal ve ametallerin elektronegatifliklerini karşılaştırınız.

b) Na, S ve Cl elementlerinin bağ elektronlarını çekme yeteneklerini karşılaştırınız.

c) Soy gazların elektronegatiflikleri neden yoktur? Açıklayınız.

Metalik ve Ametalik Özellikler

Metalik özellik metallerin elektron verme, ametalik özellik ise ametallerin elektron almasıyla ilgili bir özelliktir.

Metalik ve ametalik özellikler atom yarıçapı, iyonlaşma enerjisi, elektron ilgisi ve elektronegatiflik değerlerine bağlıdır. Metallerin iyonlaşma enerjileri ve elektron ilgileri genelde düşüktür. Fakat ametallerin iyonlaşma enerjileri ve elektron ilgileri genellikle yüksektir.

Periyodik cetvelde periyotlarda soldan sağa doğru gidildikçe metalik özellik azalırken ametalik özellik artmaktadır (Tablo 2.17).

Tablo 2.17: 3. Periyot Elementlerinin Metalik ve Ametalik Karakterleri

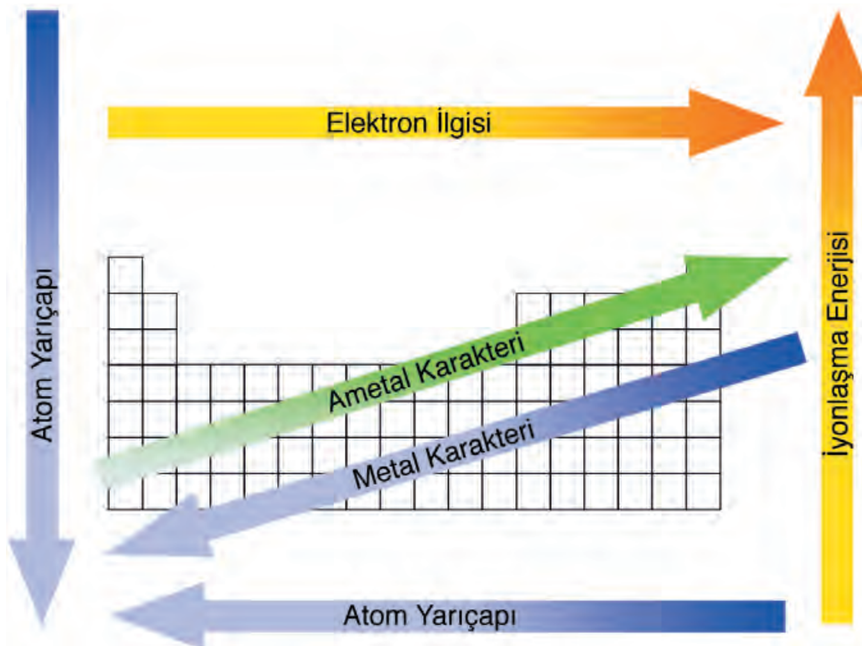
Metal			Yarı Metal	Ametal		
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl

4A	Özellik
C	Ametal
Si	Yarı metal
Ge	Yarı metal
Sn	Metal
Pb	Metal

Periyodik cetvelde gruplarda yukarıdan aşağı inildikçe metalik özellik artarken ametalik özellik azalır.

Periyodik cetveldeki atom yarıçapı, iyonlaşma enerjisi, elektron ilgisi, metalik ve ametalik özelliklerin değişimi aşağıdaki şekilde verilmiştir (Tablo 2.18).

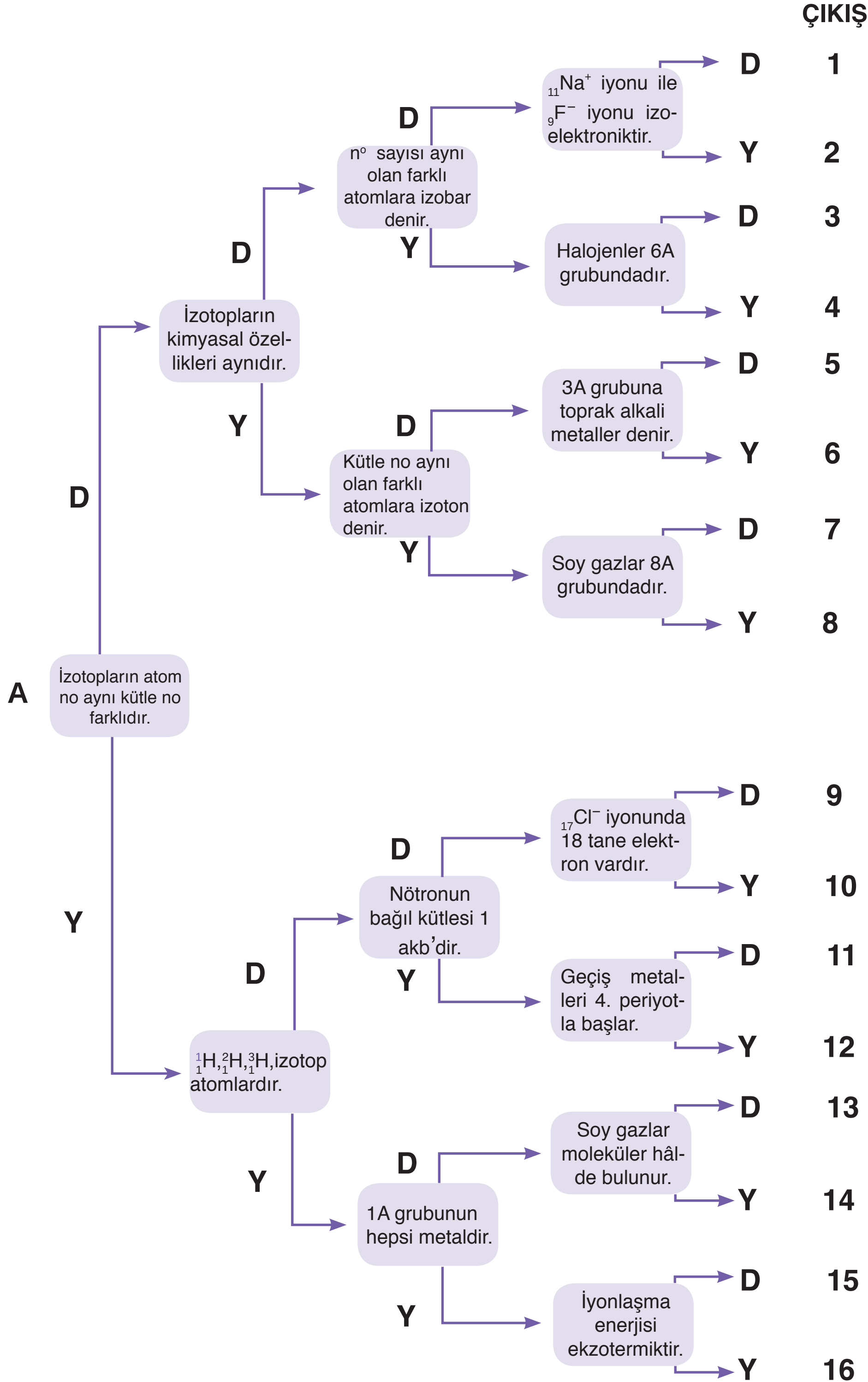
Tablo 2.18: Periyodik Özelliklerin Ok Yönünde Artışı



b) Periyodik Özelliklerin Açıklamasında Bilişim Teknolojilerinden (Animasyon, Simülasyon, Video vb.) Yararlanma

Bilişim Teknolojilerinden yararlanarak periyodik özelliklerin açıklamasını yapınız. İlgili görsellere Millî Eğitim Bakanlığı Eğitim Bilişim Ağı (**eba.gov.tr**) adresinden ulaşılabilir.

A) 1. Aşağıda birbiri ile bağlantılı doğru **(D)** ya da yanlış **(Y)** ifadeler içeren tanılayıcı dallanmış ağaç tekniğinde bir soru verilmiştir. "A" ifadesinden başlayıp, cümlenin doğru veya yanlış olduğuna karar vererek ilgili ok yönünde ilerleyiniz. Her bir cevap bir sonraki aşamayı etkileyecektir. Vereceğiniz cevaplarla 16 çıkış noktasından doğru çıkışı bulunuz.



B) Aşağıdaki periyodik cetvelde ilk on sekiz elementin atom yarıçapı, elektron ilgisi ve elektronegatiflik değerleri verilmiştir.

H	
37	→ **Atom yarıçapı**
2,1	→ **Elektronegatiflik**
–72,8	→ **Elektron ilgisi**

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
H 37 2,1 –72,8							**He** 31 - >0
Li 152 1,0 –59,6	**Be** 112 1,5 >0	**B** 85 2,0 –26,7	**C** 77 2,5 –121,8	**N** 75 3,0 +7	**O** 73 3,5 –141	**F** 72 4,0 –328	**Ne** 70 - >0
Na 186 0,9 –52,9	**Mg** 160 1,2 >0	**Al** 143 1,5 –42,5	**Si** 118 1,8 –133,6	**P** 110 2,1 –72	**S** 103 2,5 –200,4	**Cl** 99 3,0 –349	**Ar** 98 - >0

Tablodaki verilere göre;

2. İkinci periyotta soldan sağa doğru gidildikçe atom yarıçapı nasıl değişir?

3. 1. grupta, yukarıdan aşağı doğru inildikçe elektronegatiflik değerleri nasıl değişir?

4. Tabloda verilen elementlerden hangisinin elektron ilgisi en büyüktür?

5. Bir periyotta soldan sağa doğru gidildikçe atom yarıçapı ile elektronegatiflik değeri arasındaki ilişkinin nasıl olduğunu açıklayınız.

6. Verilen elementlerden elektron ilgisi en büyük olan element ile elektronegatiflik değeri en yüksek olan elementin atom yarıçapları arasındaki fark kaçtır?

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

7. $_{5}B$, $_{12}Mg$, $_{19}K$ element atomlarının, katman elektron dağılımını yapınız. Periyodik cetveldeki periyot ve grubunu bulunuz.

8. Atomda elektrik yüklerinin varlığı ilk kez nasıl tespit edilmiştir?

9. Dalton ve Thomson atom modellerini açıklayarak eksik yönlerini belirtiniz.

10. Periyodik cetvelin 1A, 2A, 7A ve 8A gruplarının adlarını yazınız.

11. Metal, ametal ve soy gazların genel özelliklerinden dörder tanesini yazınız.

12. $_{20}X^{2+}$ iyonu ile Y^{-} iyonu izoelektroniktir. Y atomunun nötron sayısı proton sayısından 3 fazla olduğuna göre Y atomunun nükleon sayısı kaçtır?

13. İzotop, izoton, izobar, izoelektronik kavramlarını açıklayınız.

14.

	Elektron Sayısı	Atom No	Kütle No
X^{4+}	3	-	14
Y	-	6	12
Z^{2-}	10	-	16
K	-	7	15

Yukarıdaki tabloya göre izotop ve izoton atomları bulunuz.

15. Atom, molekül, iyon, anyon, katyon kavramlarını tanımlayınız.

16. İyonlaşma enerjisi, elektron ilgisi, elektronegatiflik kavramlarını açıklayınız.

17. Periyodik sistemin elementleri tanıma ve özelliklerini incelemede ne gibi faydaları vardır?

18. D. Mendeleyev, periyodik cetveli oluştururken hangi hususları dikkate aldığı için başarılı olmuştur?

Ç) Aşağıdaki cümleleri okuyarak yanlış ifadeleri belirleyiniz. Yanlış ifadelerin doğrusunu yazınız.

19. ☐ Dalton'a göre protonlar atomun çekirdeğinde bulunur.

20. ☐ Periyodik cetvelin 1. periyodunda 2 element bulunur.

21. ☐ $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$, $^{3}_{1}H$ atomları birbirinin izotonudur.

22. ☐ $_{2}He$ ile $_{20}Ca$ atomları periyodik cetvelin aynı grubunda bulunur.

23. ☐ Nükleon sayıları eşit olan farklı atomlara izobar denir.

24. ☐ Atom çekirdeğinde bulunan nötronları Thomson keşfetmiştir.

25. ☐ Gruplarda yukarıdan aşağıya doğru inildikçe iyonlaşma enerjisi artar.

26. ☐ Elementlerin modern periyodik cetveldeki yeri atom numaralarına göre belirlenir.

27. ☐ Beyaz ışık sürekli spektrum verir.

28. ☐ Atomdaki çekirdeğin varlığı Bohr atom modeli ile açıklanmıştır.

D) Aşağıdaki kutularda verilen ifadeleri uygun olan boşluklara yazınız.

alkali metal	halojen	Thomson	proton	4	değişmez	orbital	
nötron	azalır	elektron	3.	elektroliz	artar	yükü	soygaz
baş	Bohr	2A	Dalton	yan	Rutherford		

29. Periyodik cetvelde 7A grubundaki elementlere ……………….. denir.

30. $_{12}$Mg atomu periyodik cetvelin …………… periyot ………... grubunda yer alır.

31. Elektrik enerjisi kullanarak bileşikleri, elementlerine ayırma işlemine .... denir.

32. Periyodik sistemde periyotlarda soldan sağa doğru metalik özellik ………....

33. Gruplarda yukarıdan aşağı doğru inildikçe atom hacmi ………....

34. İzotop atomların atom numaraları aynı …………… sayıları farklıdır.

35. Atomun yapısını üzümlü keke benzeten model …………… atom modelidir.

36. Atom çekirdeği çevresinde elektronların bulunma olasılıklarının yüksek olduğu bölgelere

…………….. denir.

37. . ………………… yaptığı alfa (α) taneciği saçılması deneyi ile çekirdeğin varlığını keşfetmiştir.

38. Periyodik cetvelin A gruplarına ………….. grup elementleri, B gruplarına ……………. grup

elementleri denir.

E) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

39. Periyodik cetvelin 2. periyodunda bulunan $_5$B, $_7$N, $_8$O elementlerinin 1. iyonlaşma enerjilerinin sıralanışı aşağıdakilerden hangisidir?

A) B > O > N B) B > N > O C) O > N > B D) O > B > N E) N > O > B

40. $_{20}Ca^{2+}$ ile Y^{n-} iyonları izoelektroniktir. Ca^{2+} ve Y^{n-} iyonunun oluşturduğu bileşikte 90 e^- vardır. Buna göre Y'nin atom numarası aşağıdakilerden hangisidir?

A) 14 B) 15 C) 16 D) 17 E) 7

41. Aşağıda, bazı elementler ve karşılarında katman elektron dizilimleri verilmiştir.



Element	Katman Elektron Dizilimi
B	2, 3
F	2, 7
Na	2, 8, 1
P	2, 8, 5
Mg	2, 8, 2

Buna göre aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) B'nin proton sayısı beştir.

B) F, bir elektron alarak kendisine en yakın soy gazın katman elektron dizilimine ulaşır.

C) Na, bir elektron vererek katyonunu oluşturur.

D) P'nin toplam elektron sayısı on beştir.

E) Mg, bileşik oluşturmak için birinci katmanından iki elektron verir.

42. S atomunun çapı, S^n iyonunun çapından küçüktür. S atomu ve S^n iyonu ile ilgili

I. Çekirdek yükleri aynıdır.

II. S^n iyonu katyondur.

III. Periyodik cetveldeki yerleri farklıdır.

yukarıda verilen yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) I, II ve III

43. Aşağıda verilen yargılardan hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Nötronların deneysel ispatını yapan bilim insanı Chadwick'tir.

B) Modern atom modeline göre elektronlar orbitallerde bulunur.

C) Rutherford'a göre elektronlar; çekirdek çevresindeki yörüngelerde kararlı hâlde hareket eder.

D) Bohr'a göre yörüngelerin enerjisi çekirdekten uzaklaştıkça artar.

E) Thomson'a göre küre içerisinde artı yüklü ve eksi yüklü tanecikler homojen dağılmıştır.

44.

Na	) 2	) 8	) 1
P	) 2	) 8	) 5
Cl	) 2	) 8	) 7

Yukarıda katman elektron dağılımları verilen elementler için

I. P ile Cl arasında oluşan bileşikte bağ elektronları klor tarafından daha çok çekilir.

II. Birinci iyonlaşma enerjisi en az olan P'dir.

III. Na^+ ve Cl^- iyonları izoelektroniktir.

verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

45.

Bilim İnsanı	Çalışması
a) E. Rutherford	I. Üzümlü kek modeli
b) J. J. Thomson	II. Bir elementin bütün atomları şekil ve büyüklük bakımından aynıdır.
c) N. Bohr	III. Atomda pozitif yükler çok küçük bir hacimde toplanmıştır.
d) J. Dalton	IV. Elektronların en düşük enerji seviyesinde bulunması hâline "temel hâl" denir.

Yukarıdaki tabloda bazı bilim insanları ve yapılan çalışmalar verilmiştir. Bilim insanları ile yaptıkları çalışmalar hangi seçenekte doğru eşleştirilmiştir?

A) a-II b-IV c-I d-III
B) a-III b-I c-IV d-II
C) a-I b-II c-III d-IV
D) a-III b-II c-I d-IV
E) a-I b-III c-IV d-II

46.

Mg
Ca
Al
Cl

Yukarıdaki periyodik cetveldeki elementlerle ilgili

I. Mg elementinin elektron katman dizilimi 2-8-8-2'dir.
II. Elektron ilgisi en fazla olan Cl elementidir.
III. Atom yarıçapı en büyük olan Ca elementidir.
IV. Al elementi toprak alkali metaldir.

verilen yargılardan hangileri doğrudur?

A) I ve II
B) I ve IV
C) II ve III
D) I, III ve IV
E) II, III ve IV

47.

İyonlaşma enerjisi
N
K
Y
Z
Atom no

Şekilde 3. periyot elementlerinin iyonlaşma enerjileri verilmiştir. Buna göre

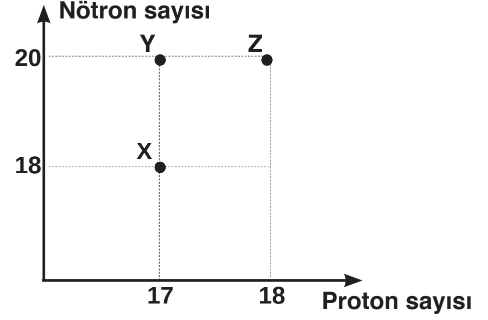
I. K elementinin atom numarası 15'tir.
II. N soygaz, Z ise toprak metalidir.
III. K elementinin atom yarıçapı Y elementinden küçüktür.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) I, II ve III
B) I ve II
C) I ve III
D) II ve III
E) Yalnız II

48. Nötr X, Y, Z atomları için nötron sayısı-proton sayısı grafiği verilmiştir.

Buna göre aşağıda verilen yargılardan hangisi <u>yanlıştır</u>?



A) Y ile Z izoton atomlardır.

B) X ile Y izotop atomlardır.

C) X ile Y atomlarının kimyasal özellikleri aynıdır.

D) X'in nükleon sayısı Z'nin nükleon sayısından 3 eksiktir.

E) X atomunun +1 yüklü iyonu ile Z atomu izoelektroniktir.

49. Sürtünme ile elektriklenme olayıyla ilgili

I. Sürtünme ile elektriklenme atom altı parçacık olan elektronun varlığını gösterir.

II. Zıt yüklü elektrik yüküne sahip tanecikler birbirini iterler.

III. Sürtünme ile elektriklenmede proton alışverişi olur.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

50. Periyodik sistemle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

A) Düşey sütunlara periyot, yatay sıralara grup denir.

B) 3. periyotta on sekiz element bulunur.

C) Aynı gruptaki elementlerin kimyasal özellikleri aynıdır.

D) B gruplarına baş grup da denir.

E) Modern periyodik cetvel elementlerin proton sayılarına göre düzenlenmiştir.

51. XO_4^- iyonunda toplam elektron sayısı 50'dir. X atomunun nötron sayısı 18 olduğuna göre kütle numarası kaçtır? ($_8O$)

A) 32 B) 33 C) 34 D) 35 E) 36

52. Atom altı taneciklerle ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) Protonlar pozitif, elektronlar negatif yüklüdür.

B) Çekirdekte proton ve nötronlar bulunur.

C) Eksi yüklü taneciklere elektron adını öneren G. Stoney'dir.

D) Elektronların kütlesi protonların kütlesine eşittir.

E) Atomun kütlesi yaklaşık olarak çekirdeğin kütlesine eşittir.

53. Aşağıda verilen yargılardan hangisi doğrudur?

A) Beyaz ışık prizmadan geçirilince en az kırılan mor ışıktır.

B) Bütün frekansları içeren elektromanyetik ışınlar dizisine elektromanyetik dalga spektrumu denir.

C) Radyo dalgalarının dalga boyları küçük, frekansı büyüktür.

D) Beyaz ışık prizmadan geçirildiği zaman oluşan spektrum, kesikli spektrumdur.

E) Her elementin çizgi spektrumu birbirinin aynısıdır.

3. ÜNİTE
KİMYASAL TÜRLER ARASI ETKİLEŞİMLER

ÜNİTE BÖLÜMLERİ





Evrendeki tüm maddeler bir araya gelirse aralarında çeşitli etkileşimler oluşur. Kimyasal türlerden atom, molekül ve iyonların birbirleriyle etkileşimleri sonucu günlük hayatta kullanılan birçok yeni madde oluşur. Kimyasal madde olan H_2O, oda şartlarında sıvı; solunan O_2, gaz; yemeklerde kullanılan NaCl, katı hâldedir. Bu maddelerin farklı hâllerde olmasının nedeni aralarındaki etkileşimlerin farklı olmasıdır. Bu ünitede kimyasal türler, türler arası etkileşimler, güçlü ve zayıf etkileşim çeşitleri, fiziksel ve kimyasal değişimler öğrenilecektir.



ANAHTAR KAVRAMLAR

- Apolar Kovalent Bağ
- Bağ Enerjisi
- Değerlik Elektronu
- Hidrojen Bağı
- İyon
- İyonik Bağ
- Kimyasal Bağ
- Kovalent Bağ
- Metalik Bağ
- Molekül
- Moleküller Arası Etkileşim
- Moleküler Geometri
- Molekül Polarlığı
- Polar Kovalent Bağ

İÇERİK

- Kimyasal türler ve bu türleri bir arada tutan kuvvetler
- Kimyasal türler arasındaki etkileşimlerin sınıflandırılması
- İyonik bağın oluşumu
- İyonik bağlı bileşiklerin sistematik adlandırılması
- Kovalent bağın oluşumu
- Kovalent bağlı bileşiklerin sistematik adlandırılması
- Metalik bağın oluşumu
- Zayıf ve güçlü etkileşimlerin bağ enerjileri
- Kimyasal türler arasındaki zayıf etkileşimler
- Hidrojen bağları ile maddelerin fiziksel özellikleri arasındaki ilişki
- Fiziksel ve kimyasal değişimlerde bağ enerjilerinin büyüklüğü

1. BÖLÜM

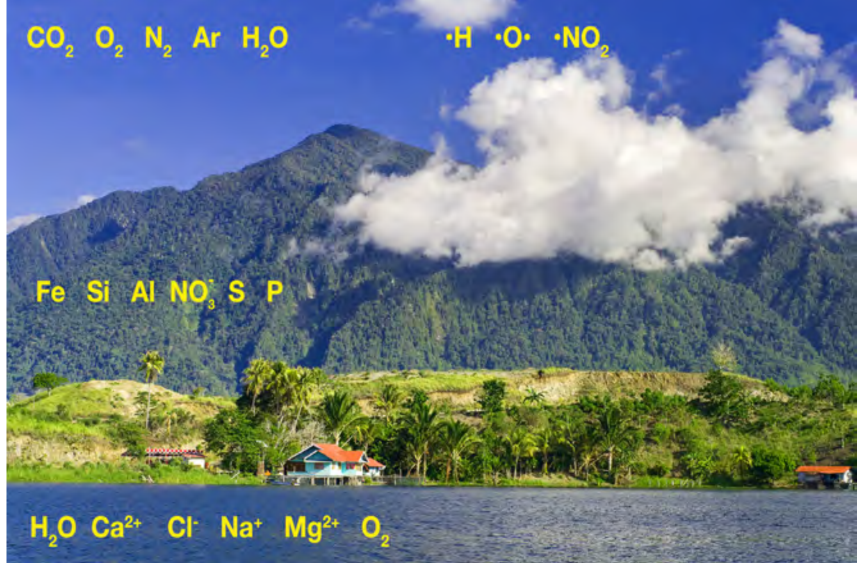
KİMYASAL TÜR

- Atmosferdeki kimyasal türler, yer kürede ve canlı yapısında hangi şekillerde bulunur?
- Birbirleriyle etkileşime girerek evrendeki farklı maddeleri oluşturan bu türler birbirinden nasıl ayırt edilir?

3.1.1. Kimyasal Türler ve Bu Türleri Bir Arada Tutan Çekim Kuvvetleri

Evrende çok sayıda galaksi bulunur. Dünya, Samanyolu Galaksisi'nde bulunan ve atmosferi olan bir gezegendir. Atmosfer tabakasında kimyasal tür olarak adlandırılan atomlar, moleküller, iyonlar ve radikaller bulunur.

Evrendeki atomlar, moleküller, iyonlar ve serbest radikaller **kimyasal tür** olarak adlandırılır (Resim 3.1).



Resim 3.1: Hava küre, yer küre ve su küredeki kimyasal türler

Atom: Elementlerin özelliğini gösteren en küçük yapı birimlerine **atom** denir. Soy gaz atomları kararlı yapıya sahip olduklarından dolayı bileşik yapma istekleri yoktur. Bu nedenle soy gazlar doğada atomik hâlde bulunur.

Aktif metaller doğada bileşikleri hâlinde bulunurlar. Örneğin demir doğada hematit (Fe_2O_3) bileşiği hâlinde bulunur. Demir element hâlinde doğadaki bileşiklerinden kimyasal yöntemlerle elde edilir.

Na, Fe, Cu, He, Ne gibi kimyasal türler atoma örnektir.

Molekül: Kovalent bağlarla birbirine bağlı olan atomların oluşturduğu türlere **molekül** denir. Molekül; moleküler element ve moleküler bileşik şeklinde iki türe ayrılır.

a) Moleküler element: Aynı element atomlarının kovalent bağlarla bağlanması sonucu oluşan türlere denir. Örnek: H_2, O_2, N_2, Cl_2

b) Moleküler bileşik: Farklı element atomlarının kovalent bağlarla oluşturduğu türlere denir. Örnek: H_2O, CO_2, NH_3

İyon: Pozitif (+) veya negatif (–) elektriksel yükle yüklü atom ya da atom gruplarına iyon denir. Nötr atomlarda proton sayısı elektron sayısına eşit olurken iyonlarda proton sayısı elektron sayısına eşit değildir. Elektron sayısının proton sayısından az olduğu pozitif yüklü iyonlara katyon, elektron sayısının proton sayısından fazla olduğu negatif yüklü iyonlara anyon denir. Örnek: Na^{+}, Mg^{2+}, Cl^{-}, O^{2-}, N^{3-}

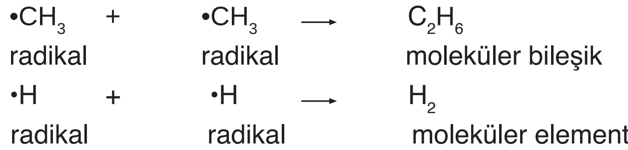
Atom gruplarından oluşmuş iyonlara ise kök adı verilir. NH_4^{+} ve CO_3^{2-} iyonları atom gruplarından oluştuğundan kök iyonlara örnektir.

Katyon ve anyonlar tek hâlde bulunmazlar. Katyon ve anyonlar bir araya gelerek bileşikleri oluşturur. Örneğin Na^{+} katyonu ile CO_3^{2-} anyonu birleşerek Na_2CO_3 bileşiğini oluşturur.

Radikal: Üzerinde ortaklanmamış elektronu olan yüksek enerjili, kararsız kimyasal türlere **radikal** denir.

H•, •O•, Cl• gibi kimyasal türler atomik radikale; •NO, •OH, $•NO_2$, $•CH_3$ gibi kimyasal türler moleküler radikallere örnektir.

Radikaller kimyasal olaylarda ara ürün olarak oluşur, kararsız olduklarından başka türlerle etkileşerek yeni kararlı türler oluşturur.



BİLGİ KUTUSU

Sigara kullanımı, ilaç alımı ve radyasyon sonucu insan vücudunda •CO, •OH, •O• gibi çeşitli serbest radikaller oluşur. Bu radikaller kararsız olduklarından vücut hücrelerine saldırarak hücrelerin tahrip olmasına neden olurlar.

Kimyasal türleri bir arada tutan kuvvetler her zaman aynı güçte midir? Örneğin H_2, H_2O, NaCl gibi türlerin erime ve kaynama noktaları neden farklıdır? Oda koşullarında H_2 gaz, H_2O sıvı, NaCl katı hâlde neden bulunur? Bu soruların cevabı kimyasal türler arasındaki etkileşimlerin gücünde saklıdır. H_2 molekülünün oda koşullarında gaz hâlinde olmasının nedeni, H_2 moleküllerinin birbirleriyle etkileşimlerinin yok sayılabilecek kadar az olmasıdır. H_2O molekülünün oda koşullarında sıvı hâlde olmasının nedeni, H_2O molekülleri arası etkileşimlerin H_2 moleküllerininkinden biraz daha kuvvetli olmasından kaynaklanır. NaCl'de ise zıt yüklü iyonlar arasında çok güçlü elektrostatik çekim kuvvetleri olduğu için NaCl oda koşullarında katı hâlde bulunur.

Kimyasal türler arasında kurulan etkileşimler, kimyasal türe göre farklılık gösterir. İki kimyasal tür arasında kurulan etkileşim, türün kimyasal ve fiziksel özelliklerini belirler. Bu etkileşimler atom, molekül, iyon ve radikaller arasında gerçekleşir.

Kimyasal türler arasındaki çekim kuvvetleri, türler arasında nasıl bir bağlanma olacağını belirler. Güçlü etkileşimlerde çekim kuvvetleri; kovalent bağlarda çekirdek ve eşleşmiş elektron çiftleri, iyonik bağlarda katyonlar (+) ve anyonlar (–), metalik bağlarda çekirdeklerle serbest elektron denizi arasında olmaktadır. Zayıf etkileşimlerde ise çekim kuvvetleri kısmi yüklü atom (He, Ne vb.) ya da moleküllerin (H_2, Cl_2, CO_2 vb.) kendi aralarında gerçekleşir. Çekim kuvvetleri kısmi yüklü atom ya da moleküllerle iyonlar arasında da oluşur.

BİLGİ KUTUSU

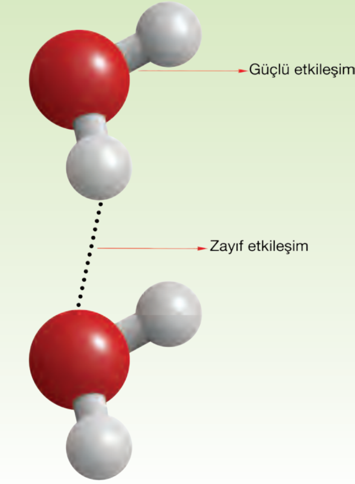
Bir molekül veya atomun hareketli elektronları, herhangi bir anda molekül veya atomun bir tarafında daha yoğun bulunabilir. Elektronun yoğun olduğu bölge kısmi negatif ($^{-}\delta$), elektron yoğunluğunun az olduğu bölge kısmi pozitif ($^{+}\delta$) olur.

2. BÖLÜM

KİMYASAL TÜRLER ARASI ETKİLEŞİMLERİN SINIFLANDIRILMASI

- *Kimyasal türler arasındaki etkileşimler nasıl sınıflandırılır?*
- *Kimyasal türler arasındaki etkileşimlerin gücü nelere bağlıdır?*

3.2.1. Kimyasal Türler Arasındaki Etkileşimlerin Gücüne Göre Sınıflandırılması



Şekil 3.1: H_2O'da güçlü ve zayıf etkileşim

Kimyasal türler arasındaki etkileşimler, etkileşimlerin gücüne ve bağlanan kimyasal türlere göre sınıflandırılır. Bağlanan türler arası sınıflandırma atomlar arası ve moleküller arası bağlar olarak yapılır. İyonik, kovalent ve metalik bağlar atomlar arasında oluşur ve güçlü etkileşimler olarak kabul edilir. Van der Waals bağları ve hidrojen bağları zayıf etkileşimler olarak kabul edilir (Şekil 3.1). Kimyasal türler arasındaki etkileşimlerin sınıflandırılmasında kullanılan atomlar arası ve moleküller arası etkileşimlerde sınırlılıklara dikkat edilmelidir. Örneğin iyonik bağ bu sınıflandırmaya göre atomlar arası bağ olarak sınıflandırılır. İyonik bağ atomlar arası değil, zıt yüklü katyon ve anyonlar arası elektrostatik çekim kuvvetleri ile oluşan bağdır. Bu sınıflandırmaya göre van der Waals bağları moleküller arası etkileşimlerdir. Van der Waals bağı, moleküller arasında oluşabildiği gibi soy gaz (He, Ne, Ar) atomları arasında da oluşur.

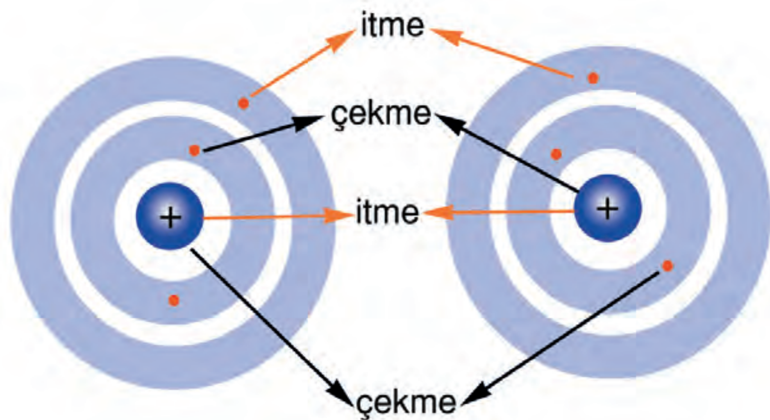
Bağlanan türler arası sınıflandırmada görülen bu sınırlılıklardan dolayı kimyasal türler arası etkileşimler bağın sağlamlığı temelinde, güçlü ve zayıf etkileşimler olarak sınıflandırılır.

Birbirinden uzakta olan iki kimyasal tür birbirine yaklaştıkça aralarında çeşitli etkileşimler oluşur. Bu etkileşimler iki türün çekirdekleri ile elektronları arasında meydana gelir.

İki bağımsız kimyasal tür birbirine yaklaşınca, türlerin çekirdekleriyle elektronları arasında elektrostatik çekme ve itme kuvvetleri oluşur. İki türün çekirdek-çekirdek, elektron-elektron arasında itme kuvveti meydana gelirken bir türün çekirdeği ile diğer türün elektronları arasında çekim kuvveti oluşur. Bu çekme-itme kuvvetleri aşağıdaki Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

BİLGİ KUTUSU

Zayıf etkileşimler moleküller arası etkileşimlerin genel adı olsa da soy gazlar arasında oluşan zayıf etkileşimler atomlar arası etkileşimlerdir.



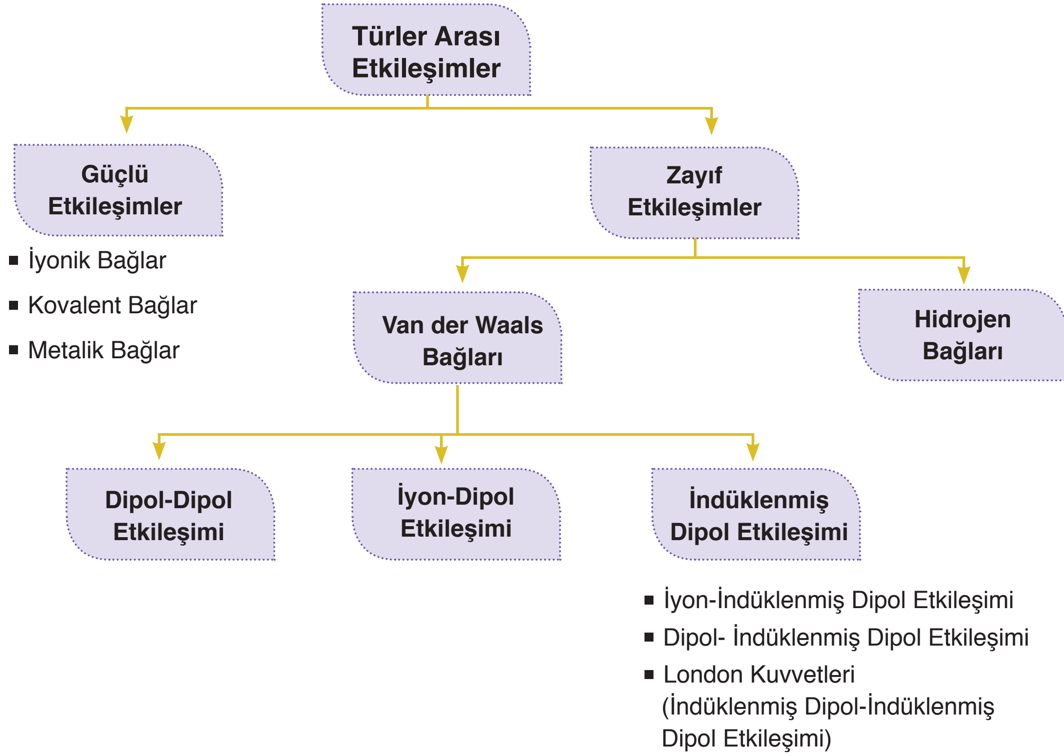
Şekil 3.2: İki kimyasal tür arasında itme çekme kuvvetleri

Örnekteki model üzerinde aynı anda gerçekleşen etkileşimler karşılaştırılırsa, çekme kuvvetlerinin itme kuvvetlerinden baskın olduğu durumlarda güçlü etkileşimler oluşur. Güçlü etkileşimlere **kimyasal bağ** da denir. Bu nedenle güçlü etkileşimler maddelerin kimyasal özelliğini belirler.

Çekme-itme kuvvetleri farkının küçük olduğu durumlarda ise zayıf etkileşimler oluşur. Zayıf etkileşimlere fiziksel bağ da denir. Maddelerin erime, kaynama gibi fiziksel özellikleri zayıf etkileşimlerin gücüne bağlıdır.

Bu nedenlerden dolayı kimyasal türler arası etkileşimler güçlü ve zayıf etkileşim olarak iki şekilde incelenir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Kimyasal Türler Arasındaki Etkileşimlerin Sınıflandırılması



3. 1 Uygulama Soruları

Aşağıda verilen olaylarda kopan ya da oluşan etkileşimleri zayıf ve güçlü olarak sınıflandırınız.

Olaylar	Güçlü Etkileşimler	Zayıf Etkileşimler
a) Suyun buharlaşması		
b) Naftalinin süblimleşmesi		
c) Suyun H_2 ve O_2 gazlarına ayrışması		
ç) Asit baz tepkimelerinden tuz oluşması		
d) Şekerin suda çözünmesi		
e) $C_3H_8(g) \longrightarrow C_3H_8(s)$		
f) $CaCO_3(k)$ + ısı $\longrightarrow CaO(k) + CO_2(g)$		

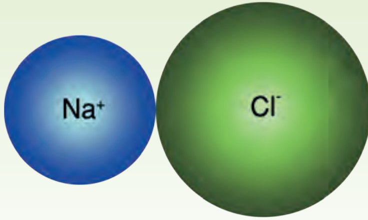
3. BÖLÜM

GÜÇLÜ ETKİLEŞİMLER

- *Güçlü etkileşimler hangi kimyasal türler arasında kurulur?*
- *Güçlü etkileşimler maddenin hangi özelliklerini etkiler?*

Güçlü etkileşimler atomlar arasında kurulur. Güçlü etkileşim kurulduğunda moleküller, iyonik bileşikler ve metalik kristaller oluşur. Güçlü etkileşimler iyonik, kovalent ve metalik bağ olarak üç sınıfa ayrılır.

3.3.1. İyonik Bağın Oluşumu ve İyonlar Arası Elektrostatik Etkileşimler



Şekil 3.3: NaCl iyonik bileşiğinde görülen elektrostatik çekim kuvveti

İyonik bağ güçlü bir etkileşim türüdür. Metal ile ametal atomları arasında elektron alışverişi sonucu oluşan elektrostatik çekim kuvveti ile iyonik bağ oluşur. Metallerin birinci iyonlaşma enerjileri küçük olduğu için metallerden elektron koparmak kolaydır. Ametallerin elektron ilgileri genellikle yüksektir. Bu nedenle ametaller kolay elektron alabilir. Metal ile ametal arasında iyonik bağ oluşurken metaller elektron vererek pozitif (+) yüklü katyon oluşturur. Ametaller ise elektron alarak negatif (–) yüklü anyon oluşturur. Pozitif (+) ve negatif (–) yüklü iyonlar arasında oluşan bu elektrostatik çekim kuvvetlerine **iyonik bağ** denir (Şekil 3.3).

Güçlü etkileşimleri açıklayabilmek için atomların katman elektron dağılımı ve Lewis elektron nokta yapılarından yararlanılır.

a) Atomların ve İyonların Lewis Elektron Nokta Yapıları



Resim 3.2: Nobel ödüllü Gilbert Newton Lewis (Temsilî)

Atomların Lewis yapıları; çekirdeği ve iç katman elektronlarını gösteren bir sembol, dış katman elektronlarını gösteren noktalardan oluşur. Atomun değerlik elektronlarının atomun sembolü etrafında noktalarla gösterilmesine **Lewis elektron nokta yapısı** denir. Elektron nokta yapısı Gilbert Newton Lewis (Cilbırt Nivtın Luis) tarafından geliştirilmiştir (Resim 3.2).

Elektron nokta yapısı gösterilirken şunlara dikkat edilir

- Katman elektron dağılımı yapılır.
- Değerlik elektron sayısı tespit edilir.
- Atomun sembolü etrafına değerlik elektron sayısınca nokta yerleştirilir.
- Bu noktalar atomun sembolü etrafına sırayla birer birer yerleştirilir.

Bazı atomların Lewis elektron - nokta yapısı aşağıda belirtilmiştir.

$_3Li$ atomun Lewis elektron - nokta yapısı

Katman elektron dağılımı ile değerlik elektron sayısı bulunur.

$_3Li$ 2) 1) değerlik elektron sayısı 1

Lewis formülü: Li•

$_6C$ atomun Lewis elektron nokta yapısı

Katman elektron dağılımı ile değerlik elektron sayısı bulunur.

$_6C$ 2) 4) değerlik elektron sayısı 4

Lewis formülü: •Ċ̣•

BİLGİ KUTUSU

Atomun Lewis elektron nokta yapısında bir atomun etrafına sekizden fazla nokta yazılamaz.

$_{7}N$ atomun Lewis elektron nokta yapısı
Katman elektron dağılımı ile değerlik elektron sayısı bulunur.

$_{7}N$ 2) 5) değerlik elektron sayısı 5



Lewis formülü: ·N̈·

$_{17}Cl$ atomun Lewis elektron nokta yapısı
Katman elektron dağılımı ile değerlik elektron sayısı bulunur.

Cl 2) 8) 7) değerlik elektron sayısı 7



Lewis formülü: ·C̈l:

Periyodik cetvelin üçüncü periyodunda bulunan elementlerin Lewis elektron nokta yapıları aşağıda verilmiştir.

BİLGİ KUTUSU

Atomların elektron nokta yapılarında tek kalan nokta sayıları, atomların yapacağı bağ sayısını gösterir. Buna göre



atomu 3 bağ,



atomu 1 bağ yapmaya isteklidir. Helyum atomu bağ yapmadığı için Lewis gösterimi



şeklinde olur.

Lewis elektron yapıları

$_{11}Na$	·Na	$_{15}P$	·P̈·
$_{12}Mg$	·Mg·	$_{16}S$	·S̈:
$_{13}Al$	·Al·	$_{17}Cl$	·C̈l:
$_{14}Si$	·Si·	$_{18}Ar$	:Är:

İyonların Lewis Elektron Nokta Yapıları

Atomlar kararlı hâle gelmek için kendilerine en yakın soy gaz elektron düzenine ya da kararlı elektron dağılımına ulaşmak ister. Bunun için metaller son katmanlarındaki elektronlarını vererek ametaller ise son katmanlarına elektron alarak soy gaz elektron düzenine ulaşmak ister. Helyumun son katmanında iki, diğer soy gazların son katmanında sekiz elektron bulunur. Atomların bağ yaparken son katmanını 2 elektrona tamamlamasına **dublet** kuralı, son katmanını 8 elektrona tamamlamasına **oktet** kuralı denir. Metaller oktet ya da dublete ulaşırken son katman elektronlarını verdiği için, metal iyonlarının Lewis elektron-nokta yapısında atomun sembolü etrafında noktalar yer almaz. Verdiği elektron sayısı kadar elektriksel yük sembolün sağ üst köşesine (+) olarak yazılır.

Ametal iyonlarının Lewis elektron-nokta yapısı yazılırken son katman elektronları noktalarla gösterilir. Aldığı elektron sayısına eşit (–) elektriksel yük sembolün sağ üst köşesine yazılır. İyonların Lewis elektron nokta yapılarına örnekler aşağıda verilmiştir.

Sodyum atomunun katman elektron dağılımı

$_{11}Na$ 2) 8) 1)

Sodyum atomunun Lewis elektron nokta yapısı



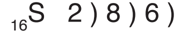
Sodyum iyonunun katman elektron dağılımı

$_{11}Na^{+}$ 2) 8)

Sodyum iyonunun elektron nokta yapısı



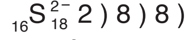
Kükürt atomunun katman elektron dağılımı



Kükürt atomunun Lewis elektron nokta yapısı



Kükürt iyonunun katman elektron dağılımı



Kükürt (S^{2-}) iyonunun Lewis elektron nokta yapısı



şeklindedir.

İyonik Bağın Oluşumu ve Lewis Elektron Nokta Yapıları

İyonların Lewis elektron nokta yapısından yararlanarak iyonik bağın oluşumu açıklanabilir.

NaCl bileşiğinde iyonik bağın oluşumunu ve bu oluşumu Lewis elektron nokta yapısı ile açıklayalım.

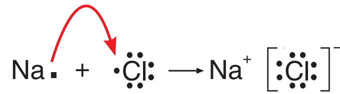
$_{11}Na$ 2) 8) 1) sodyum atomu kararlı hâle ulaşmak için son katmanındaki 1 elektronunu vererek oktete ulaşır. Na atomu yüklü katyon hâline gelir (Na^+).

$_{17}Cl$ 2) 8) 7) klor atomu kararlı hâle geçmek için Na atomunun verdiği 1 elektronu alarak son katmanını sekiz elektrona tamamlar, kararlı hâle ulaşır. Cl atomu –1 yüklü anyon hâline gelir (Cl^-).

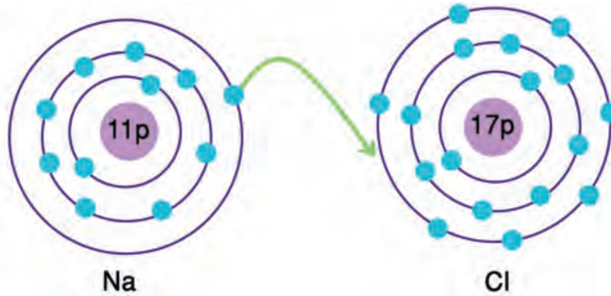




NaCl iyonik bileşiği oluşumunun Lewis elektron nokta yapısı:



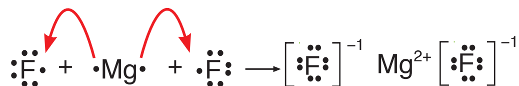
Na^+ ile Cl^- iyonları arasında elektrostatik çekim kuvvetleriyle iyonik bağ oluşur (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: NaCl iyonik bileşiği oluşurken gerçekleşen elektron alışverişi

Örnek

MgF_2 bileşiğinin Lewis elektron nokta yapısı aşağıdaki gibidir. ($_{12}Mg$, $_{9}F$)



3.1. Alıştırma

Aşağıda verilen iyonik bileşiklerin Lewis elektron nokta yapılarını göstererek iyonik bağın oluşumunu açıklayınız.

($_8O$, $_9F$, $_{11}Na$, $_{13}Al$, $_{16}S$, $_{19}K$, $_{20}Ca$)

a) CaO b) KF c) AlF_3 ç) Na_2S

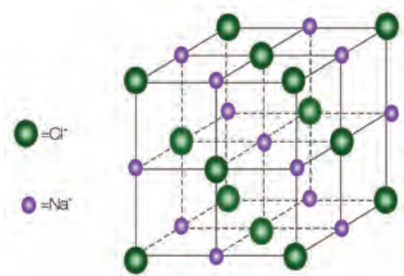
b) İyonik Bileşiklerin Kristal Örgü Yapısı

Resim 3.3, bir demir çelik fabrikasında erimiş sıvı demire aittir. Demir 1538 °C'de eriyen bir metaldir. Demir çelik fabrikalarında sıvı hâldeki erimiş demiri hangi kaplara koyarak şekillendirebiliriz? Bu kapların erime noktasının demirin erime noktasından çok yüksek olması gerekir. Bu amaçla iyonik bileşik olan ve ateş tuğlası olarak bilinen MgO kullanılır. MgO'in erime noktası 2852 °C'dir. MgO'in erime noktası demirin erime noktasından çok yüksek olduğu için demir çelik fabrikalarının tuğlaları ve kapları MgO'ten yapılır. İyonik bileşik olan MgO'in erime noktası neden çok yüksektir?

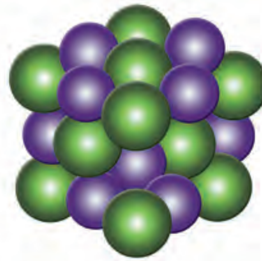


Resim 3.3: Demir çelik fırınında eritilen demir

İyonik kristallerde bir anyon etrafında belirli sayıda katyon, bir katyon etrafında belirli sayıda anyon bulunur. Bu anyon ve katyonlar arası çok güçlü elektrostatik çekim kuvvetleri oluşur. İyonik bileşiklerin en küçük birimini oluşturan bu yapılara **birim hücre** denir. İyonik bileşikler kristal ağ örgüsü oluştururlar. Kristal ağ örgüleri birbirlerini tekrarlayan birim hücrelerden oluşur. Örneğin günlük hayatta en çok kullanılan iyonik ağ örgülü kristal yapısı olan NaCl bileşiğinin gerçek formülü Na_6Cl_6'dır. NaCl bileşiğinde bir tane Na^+ iyonu etrafında 6 tane Cl^- iyonu; bir tane Cl^- iyonu etrafında 6 tane Na^+ iyonu bulunur. Bu durum Şekil 3.5'te gösterilmiştir.



Şekil 3.5: a) NaCl'ün birim hücre yapısı



b) NaCl'ün kristal örgü yapısı

İyonik bileşikler, kristal ağ örgü yapısına sahip olduklarından en küçük yapı birimleri molekül değildir. Bu nedenle iyonik bileşikler moleküllerden oluşmaz. İyonik bileşiklerin güçlü iyonik kristallerden oluşması iyonik bileşiklere birçok özellik kazandırır.

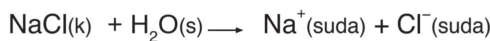
c) İyonik Bileşiklerin Genel Özellikleri

İyonik bileşiklerde zıt yüklü iyonlar arasındaki güçlü elektrostatik çekim kuvveti iyonik bileşiklerin; sertlik, çözünürlük, erime noktası gibi özelliklerini belirler. Bu özellikler şunlardır;

- Katı hâlde elektriği iletmez, sıvı hâlleri ve sulu çözeltileri elektriği iletir.



$NaCl_{(k)} + \text{ısı} \longrightarrow Na^+_{(s)} + Cl^-_{(s)}$



$NaCl_{(k)} + H_2O_{(s)} \longrightarrow Na^+_{(suda)} + Cl^-_{(suda)}$

İyonik katıların büyük bir kısmı suda çözünür. İyon yükleri ve iyon yarıçapları küçük olan iyonik bileşikler suda çok az çözünür. Örneğin MgO (magnezyum oksit) ve $Ca_3(PO_4)_2$ (kalsiyum fosfat) bileşikleri suda genellikle az çözünür. KCl bileşiği suda NaCl bileşiğinden daha iyi çözünür.

BİLGİ KUTUSU

Kalsiyum fosfat, kemiklerin yapısında bulunur. Vücuda yetersiz alınması sonucunda ileri yaşlarda kemik erimesi gibi sorunlar ortaya çıkar.

- İyonik bileşikler oda koşullarında katı hâlde bulunur.
- İyonik bileşiklerin çoğu tuzdur.
- İyonik katılar sert ve kırılgandır. İyonik kristaller sıkıştırıldığında aynı yüklü iyonlar birbirini iter bu itme sonucunda kristal yapı bozulur.
- İyonik bağı güçlü olan iyonik katıların erime noktaları yüksektir. İyonik bağın sağlamlığı:
  a) İyon yüklerinin büyüklüğü ile doğru orantılıdır.
  b) İyonlar arası uzaklık (iyon yarıçapıyla) ters orantılıdır.

BİLGİ KUTUSU

İyonik bileşikler serbest iyon hareketi ile elektriği iletir. Katı hâlde iyonları serbest olmadığı için elektriği iletmez. Sıvı hâlde ve sulu çözeltilerinde serbest iyonlar içerdikleri için elektriği iletir.

Tablo 3.2: Bazı İyonik Bileşiklerin Erime Noktaları ve İyonların Yarıçapları

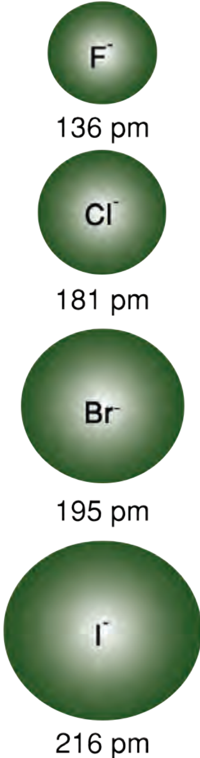
Bileşik	Erime Noktası (°C)	İyon	Yarıçap (pm)
NaF	993	Na^+	95
NaCl	801	Mg^{2+}	65
MgO	2852	Ca^{2+}	99
CaO	2614	O^{2-}	140
$MgCl_2$	714	F^-	136
		Cl^-	181

NaF'ün erime noktasının NaCl'ün erime noktasından büyük olmasının nedeni NaF'ün iyonik bağ sağlamlığının daha güçlü olmasıdır. Bu iki bileşiğin katyonları aynı, anyonlarının iyon yükleri eşittir. F^-'nun iyon yarıçapı Cl^-'nun iyon yarıçapından daha küçük olmasından dolayı NaF'de iyonlar arası elektrostatik çekim kuvvetleri NaCl'den daha fazladır. Bu nedenle NaF'ün erime noktası ve iyonik bağ sağlamlığı NaCl'den daha büyüktür (Tablo 3.2).

MgO ile $MgCl_2$'ün erime noktaları karşılaştırıldığında; MgO'in erime noktasının $MgCl_2$'den büyük olduğu görülür. Bunun nedeni iki bileşiğin katyonları (Mg^{2+}) aynı, anyonların iyon yükleri ve iyon yarıçaplarının farklı olmasıdır. Oksijenin; iyon yükü klorun iyon yükünden büyük, iyon yarıçapı ise küçüktür (Şekil 3.6).

İyon yarıçapı $r_{O^{2-}} < r_{Cl^-}$ ve iyon yükü $O^{2-} > Cl^-$ olduğundan iyonik bağ sağlamlığı MgO > NaCl'dir. Buna bağlı olarak da erime noktaları MgO > NaCl'dür.

İyonik bileşiklerde metal ve ametal atomları arasındaki elektronegatiflik farkı arttıkça iyonik karakter artar. Periyodik cetvelde periyotlarda soldan sağa elektronegatiflik artarken gruplarda yukarıdan aşağıya elektronegatiflik azalır. Bu nedenle metalin periyot numarası ve ametalin grup numarası arttıkça oluşan bileşiğin iyonik karakteri artar (Şekil 3.7).



Şekil 3.6: İyon yarıçapları



Şekil 3.7: Periyodik cetvelde iyonik karakter artışı

ç) Bilişim Teknolojilerinden (Animasyon, Simülasyon, Video vb.) Yararlanılarak İyonik Bileşiklerin Yapısal Birimlerinin Gösterimi

Bilişim teknolojilerinden yararlanarak iyonik bileşiklerin yapısal birimlerinin tanıtımını yapınız.İlgili görsellere Millî Eğitim Bakanlığına bağlı Eğitim Bilişim Ağı (**eba.gov.tr**) adresinden ulaşılabilir.

3.3.2. İyonik Bağlı Bileşiklerin Sistematik Adlandırılması

İyonik bağlı bileşiklerin sistematik adlandırılması IUPAC kuralına göre yapılır. Bileşikleri IUPAC'a göre adlandırarak Kimya biliminde tüm dünyada ortak bir dil oluşturulur.

a) Tek ve Çok Atomlu İyonlardan Oluşan İyonik Bileşiklerin Adlandırılması

İyonik bağlı bileşikler; metal–ametal, metal–kök, kök–kök, kök–ametal arasında oluşur. İyonik bileşikler adlandırılırken sayı ön ekleri kullanılmaz.

İyonik bileşiklerin adlandırılmasında genel kural:

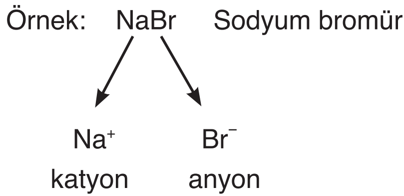
katyonun adı + anyonun adı şeklindedir (Tablo 3.3).

Tablo 3.3: Bazı katyon ve anyonların adları

Katyon	Adı	Katyon	Adı	Anyon	Adı	Anyon	Adı
Li^{+}	Lityum	Fe^{2+}	Demir(II)	H^{-}	Hidrür	OH^{-}	Hidroksit
Na^{+}	Sodyum	Fe^{3+}	Demir(III)	F^{-}	Florür	NO_3^{-}	Nitrat
K^{+}	Potasyum	Hg^{+}	Cıva(I)	Cl^{-}	Klorür	CN^{-}	Siyanür
Be^{2+}	Berilyum	Hg^{2+}	Cıva(II)	Br^{-}	Bromür	CH_3COO^{-}	Asetat
Mg^{2+}	Magnezyum	Sn^{2+}	Kalay(II)	I^{-}	İyodür	CO_3^{2-}	Karbonat
Ca^{2+}	Kalsiyum	Sn^{4+}	Kalay(IV)	O^{2-}	Oksit	SO_4^{2-}	Sülfat
Ag^{+}	Gümüş	Pb^{2+}	Kurşun(II)	S^{2-}	Sülfür	PO_4^{3-}	Fosfat
Zn^{2+}	Çinko	Pb^{4+}	Kurşun(IV)	N^{3-}	Nitrür		
Al^{3+}	Alüminyum	Cu^{+}	Bakır(I)	P^{3-}	Fosfür		
NH_4^{+}	Amonyum	Cu^{2+}	Bakır(II)	C^{-4}	Karbür		

Metal–Ametal bileşiklerin adlandırılması:

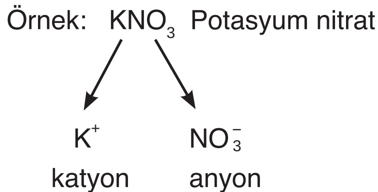
Metalin adı + ametalin adı + ür



Metal ametal bileşiklerinde ametal; oksijen oksit, hidrojen hidrür, kükürt sülfür, fosfor fosfür, azot nitrür, karbon karbür olarak adlandırılır.

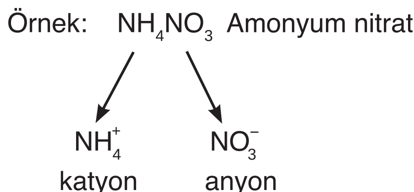
Metal–Kök bileşiklerinin adlandırılması:

Metalin adı + kökün adı



Kök–Kök bileşiklerinin adlandırılması:

Kökün adı + kökün adı



BİLGİ KUTUSU

*Birden fazla atomdan oluşmuş iyonlara **kök** denir.*

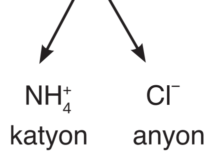
NH_4^{+} *Amonyum*

CO_3^{2-} *Karbonat*

Kök–Ametal bileşiklerinin adlandırılması:

Kökün adı + Ametalin adı + ür

Örnek: NH_4Cl Amonyum klorür



NH_4^+ katyon Cl^- anyon

b) Değişken Değerlikli Metallerin Oluşturduğu İyonik Bileşiklerin Adlandırılması

Bazı metaller birden fazla pozitif değerlik alırlar. Değişken değerlikli metallerin bazıları Tablo 3.3'te verilmiştir. Metalin birden fazla değerlik aldığı bileşikler adlandırılırken metalin adından sonra değerliği parantez içinde Roma rakamıyla yazılır.

Metalin adı + (Roma rakamı ile metalin değerliği) + anyonun adı

Cu_2O : Bakır(I) oksit

CuO : Bakır(II) oksit

FeS : Demir(II) sülfür

Fe_2S_3 : Demir(III) sülfür

$PbSO_4$: Kurşun(II) sülfat

$Pb(SO_4)_2$: Kurşun(IV) sülfat

3.2. Alıştırma

Aşağıda formülleri verilen iyonik bileşiklerin adlarını, adları verilen bileşiklerin formüllerini yazınız.

a) $LiCl$:	f) Amonyum klorür :
b) Na_2O :	g) Kalsiyum asetat :
c) AlF_3 :	ğ) Magnezyum sülfür :
ç) K_3PO_4 :	h) Sodyum nitrür :
d) NH_4OH:	ı) Demir(II) klorür :
e) Na_3N :	i) Bakır(I) nitrat :

3.3.3. Kovalent Bağ

İyonik bağın metallerle ametaller arasında elektron alışverişi ile oluştuğunu öğrenmiştiniz. Metallerle ametaller arasında elektron ilgisi ve elektronegatiflik farkı çok olduğu için aralarında elektron alışverişi olabilir. İki ametal atomu arasında elektronegatiflik farkı azdır. Bu nedenle ametaller arasında elektron alışverişi olmaz elektronlar ortaklaşa kullanılır. Ametal atomları arasında elektron ortaklığıyla kurulan bağa **kovalent bağ** denir. Kovalent bağ oluşurken atomlar son katmanlarındaki eşleşmemiş elektronlarını kullanır.

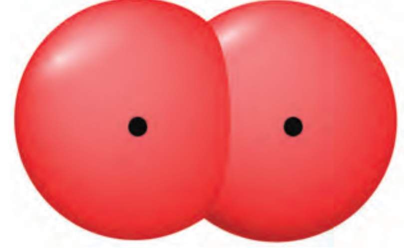
Bir moleküldeki kovalent bağ sayısı atomların Lewis elektron nokta yapılarında gösterilen eşleşmemiş elektron sayısı kadardır. Hidrojen haricindeki ametal atomları kovalent bağ yaparken son katmanlarını sekiz elektrona tamamlar. Elektron ortaklığı ile oktete ulaşarak kovalent bağ yapan atomlar kararlı hâle gelirler. İki atom arasında bir çift elektron ortaklaşa kullanılırsa tekli, iki çift elektron ortaklaşa kullanılırsa ikili, üç çift elektron ortaklaşa kullanılırsa üçlü kovalent bağ oluşur.

Bir molekülde bağ yapan elektronlara **bağlayıcı elektron çiftleri** denir. Kovalent bağ oluşumuna katılmayan elektronlara **ortaklanmamış elektron çiftleri** adı verilir. Kovalent bağlar; apolar kovalent ve polar kovalent bağlar olmak üzere ikiye ayrılır.

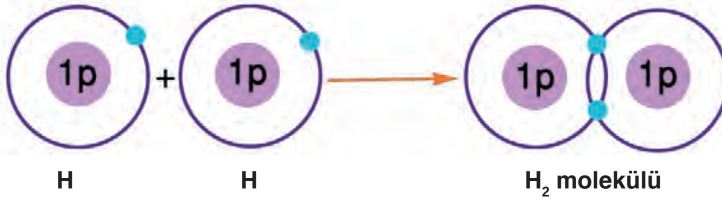
a) Apolar ve Polar Kovalent Bağlar

Atomlar kovalent bağ yapan elektronları eşit kuvvetle mi çeker? Kovalent bağı oluşturan elektronların her iki atom tarafından eşit kuvvetle çekilmesiyle oluşan bağa **apolar kovalent bağ** denir.

Örneğin H_2 molekülünde kovalent bağı oluşturan elektron çifti elektronegatiflikleri aynı olan H atomları tarafından eşit kuvvetle çekilir (Şekil 3.8). H_2 molekülündeki kovalent bağ apolar kovalent bağdır (Şekil 3.9). Aynı şekilde aynı atomlardan oluşan O_2, N_2, F_2, Cl_2 gibi atomlar arası bağlar da apolar kovalent bağdır.



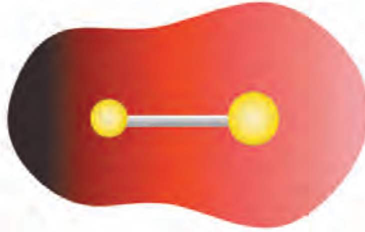
Şekil 3.8: H_2 molekülünde apolar kovalent bağın elektrostatik potansiyel haritası



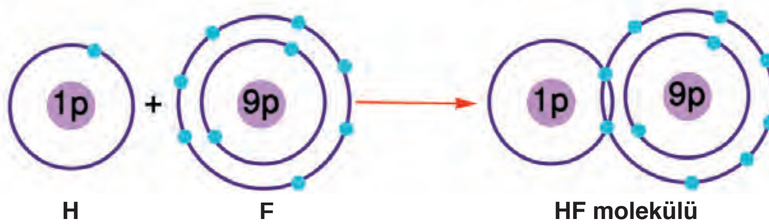
H **H** **H_2 molekülü**

Şekil 3.9 H_2 molekülünde apolar kovalent bağın oluşumu

Kovalent bağı oluşturan elektronların iki atom arasında farklı kuvvetlerle çekilmesiyle oluşan bağa **polar kovalent bağ** denir. HF molekülünde oluşan kovalent bağda ortaklaşılan elektronlar elektronegatiflikleri farklı olan atomlar tarafından paylaşılmaktadır. Flor atomunun elektronegatifliği hidrojenden fazla olduğu için bağ elektronlarını kendisine daha çok çeker. Molekülün flor ucu kısmen eksi (δ^-), hidrojen ucu kısmen artı (δ^+) olur. Bu şekilde oluşan bağa polar kovalent bağ denir (Şekil 3.10 ve 3.11). HF molekülünde elektronca zengin olan bölge açık kırmızı, fakir olan bölge koyu kırmızıdır.



Şekil 3.10: HF molekülünün elektrostatik potansiyel haritası



H **F** **HF molekülü**

Şekil 3.11: Hidrojen ve flor atomlarının polar kovalent bağ oluşumu

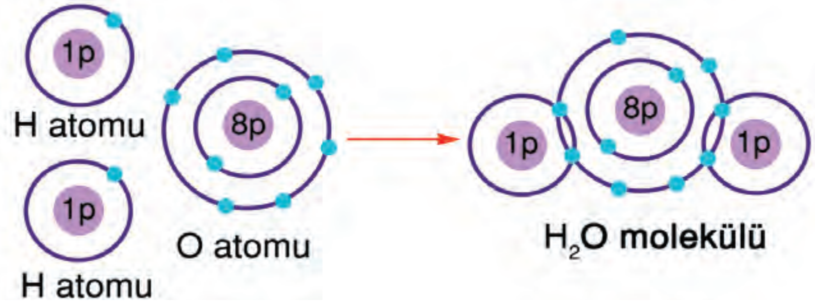
H_2O molekülünde polar kovalent bağ oluşumu:

$_8O$ atomunun son katmanında 6 elektron, $_1H$ atomunun son katmanında ise 1 elektron bulunur. Oksijen, oktetini tamamlayıp kararlı hâle ulaşmak için 2 elektrona; hidrojen, dublete uyup kararlı hâle ulaşmak için bir elektrona ihtiyaç duyar.

Oksijen atomunun eşleşmemiş her bir elektronu ile hidrojen atomlarının birer elektronun ortaklaşılması sonucu iki polar kovalent bağ kurulur (Şekil 3.12 ve 3.13).



Şekil 3.12: Suyun elektrostatik potansiyel haritası



Şekil 3.13: H_2O molekülünde kovalent bağ oluşumu

b) Moleküllerin Lewis Elektron Nokta Formülleri

Moleküller oluşurken atomlar kovalent bağlarla birbirine bağlanırlar. Moleküllerin oluşumu Lewis elektron nokta formülleri ile gösterilir. Moleküllerin Lewis elektron nokta yapılarında, atomların bağ yapan değerlik elektronları iki atom arasında noktalarla gösterilir. Bağ yapan elektron çiftleri bir çizgi ile belirtilir. Bağ yapmayan elektron ya da elektron çiftleri hangi atoma ait ise o atomun sembolü etrafına noktalarla yazılır. Bazı moleküllerin elektron nokta formülleri aşağıdaki gibi gösterilir.

Hidrojen molekülünün (H_2) Lewis elektron nokta yapısı



şeklindedir.

Hidrojen atomunun bir değerlik elektronu vardır. Hidrojen atomları elektronlarını ortaklaşa kullanarak dublete ulaşır. Böylece kararlı H_2 molekülü oluşur.

Cl_2 molekülünün Lewis elektron nokta yapısı



şeklindedir.

Klor atomları kararlı hâle ulaşmak için Cl_2 molekülü oluştururken son katmanlarını sekiz elektrona tamamlayarak kararlı oktet yapısına ulaşırlar.

Atomlar arası kovalent bağ oluşurken tekli, ikili ve üçlü bağlar kurulabilir. Atomların kovalent bağ sayısı son katmanlarındaki eşleşmemiş elektron sayısı kadardır.

Bazı moleküllerde tekli, ikili ve üçlü bağların oluşumu ile Lewis yapıları şu şekilde gösterilir.

Tablo 3.4: Bazı Moleküllerin Lewis Yapıları

N

:Ö• + •Ö: ⟶ Ö::Ö	veya	Ö = Ö
:Ṅ• + •Ṅ: ⟶ :N⋮⋮N:	veya	:N ≡ N:
H• + •C̤̈l: ⟶ H••C̤̈l:	veya	H — C̤̈l:
H• + •Ö: + •H ⟶ H:Ö:H	veya	H–O–H
3H• + •Ṅ• ⟶ H••N̈••H, H	veya	H–N̈–H, H
3H• + •Ḃ ⟶ H, B, H H	veya	H–B–H, H
4H• + •Ċ• ⟶ H, H••C••H, H	veya	H, H–C–H, H
2H• + •Be• ⟶ H••Be••H	veya	H–Be–H
:Ö• + •Ċ• + •Ö: ⟶ Ö::C::Ö	veya	Ö = C = Ö

Atomlar arası kovalent bağ oluşumları ile Lewis elektron nokta yapıları Tablo 3.4'te gösterilmiştir. İki atom arasında tekli, ikili ve üçlü kovalent bağlar olduğu görülmüştür. İki atom arası oluşan üçlü kovalent bağlar; ikili bağdan, ikili bağ da tekli bağlardan daha sağlamdır. Bu nedenle üçlü bağları koparmak için gerekli olan bağ enerjisi en fazladır.

Bağ, Molekül Polarlığı ve Moleküllerin Geometrik Şekilleri

Bağ ve molekül polarlığı farklı kavramlardır. Bir molekülde bağ polar, molekül apolar olabilir. Molekül polarlığını molekül geometrisi belirler. Aynı atomlardan oluşan kovalent bağlarda atomlar arası elektronegatiflik farkı sıfır olduğu için oluşan bağlar apolar kovalent bağdır. H_2, F_2, Cl_2, N_2, O_2 gibi aynı atomlar arası oluşan kovalent bağlar apolar kovalent bağa örnektir. Bu moleküllerde elektriksel dipoller (kutuplu yapı) oluşmayıp molekülleri de apolardır.

Örnek: *F_2 molekülünde*

(F – F)'de florun elektronegatifliği 4,0'dır.

Elektronegatiflik farkı: 4 – 4 = 0 olduğundan bağlar ve molekül apolardır.

İkili farklı atomlardan oluşan HF, HCl, HI, HBr, CO, NO gibi moleküllerde bağlar ve moleküller polardır.

Örnek: *HF molekülünde,*

H – F, $H^{\delta+} \longrightarrow F^{\delta-}$

elektronegatiflik 2,1 4

Elektronegatiflik farkı: 4 - 2,1 = 1,9 olduğundan bağlar ve molekül polardır. Molekülün elektriksel dipolü sıfırdan farklı ve molekül kutupludur.

HF'de ortaklaşa kullanılan elektronları elektronegatifliği fazla olan flor atomu kendine daha çok çeker. Elektronlar flora daha yakın olur. Molekülün flor ucu kısmen negatif (δ^-) hidrojen ucu kısmen pozitif (δ^+) olur. Bu duruma elektriksel dipol (kutuplu yapı) denir. Molekülün elektriksel dipolü sıfır olmadığından HF molekülü polar moleküldür. Üç ve daha fazla atomdan oluşan moleküllerde molekülün polarlığı için molekül geometrilerine bakılır. Bu tür moleküllerde molekülün elektriksel dipolü sıfır ise molekül apolardır. Moleküllerde elektriksel dipol varsa molekül polardır.
H_2, Cl_2, O_2, N_2, HCl, H_2O, NH_3, BH_3, CH_4, BeH_2, ve CO_2 moleküllerinin geometrik şekilleri aşağıdaki Tablo 3.5'te verilmiştir:

BİLGİ KUTUSU

Merkez atoma aynı atomların bağlı olduğu moleküllerin polarlığını anlamanın en kolay yollarından biri molekülün merkez atomunda ortaklanmamış elektron çifti olup olmamasıdır. Merkez atomda; ortaklanmamış elektron çifti yoksa molekül apolar, ortaklanmamış elektron çifti varsa molekül polardır. Bu tür moleküllerde eşleşmemiş elektronu (bağ yapan) fazla olan atom merkez atomdur.

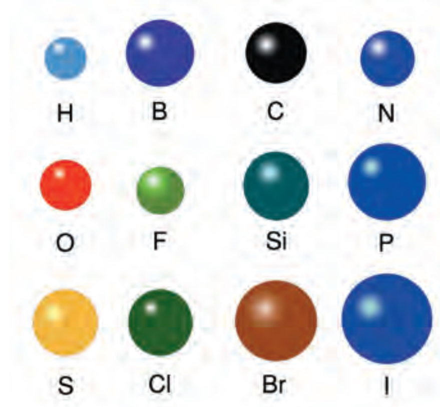
Tablo 3.5 Bağ ve Molekül Polarlığı, Moleküllerin Geometrik Şekilleri

Molekül	Molekül Geometrisi		Kovalent Bağ Polarlığı	Molekül Polarlığı
H_2	H – H	Doğrusal	apolar	apolar
Cl_2	:C̈l – C̈l:	Doğrusal	apolar	apolar
O_2	Ö = Ö	Doğrusal	apolar	apolar
N_2	:N ≡ N:	Doğrusal	apolar	apolar
HCl	H – C̈l:	Doğrusal	polar	polar
BeH_2	180° H - Be - H	Doğrusal	polar	apolar
BH_3	120° H, B, H, H	Üçgen düzlem	polar	apolar
H_2O	Ö, H, H, 104,5°	Kırık doğru	polar	polar
CH_4	109,5° H, C, H, H, H	Düzgün dört yüzlü	polar	apolar
NH_3	N̈, H, H, H, 107°	Üçgen piramit	polar	polar
CO_2	Ö=C=Ö	Doğrusal	polar	apolar

c) Moleküllerin Geometrik Şekillerinin Top Çubuk Modeli

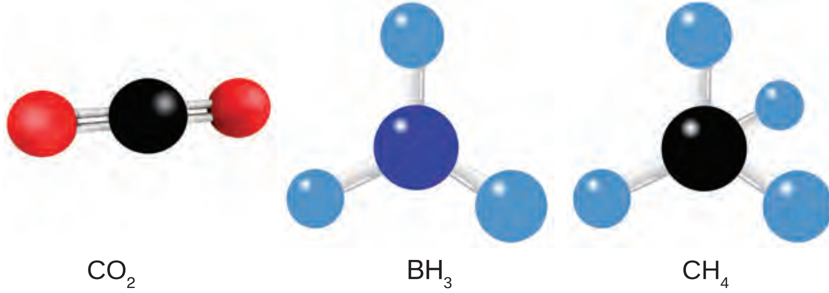
Moleküller kaba formül, molekül formülü ve yapı formülüyle gösterilirler. Kaba ve molekül formül, uzayda moleküldeki atomların yönlenmeleri hakkında bilgi vermezken yapı formülü yönlenmeleri gösterebilir. Atomların uzaydaki yönlenmelerini daha iyi algılayabilmek için üç boyutlu yapıları gösteren modeller geliştirilmiştir. Bu modellerden bir tanesi de top-çubuk modelidir.

Top-çubuk modelinde; bağ yapan atomlar küçük toplarla, atomlar arasındaki bağlar çubuklarla gösterilir. Böyle modeller atomların bağ uzunluklarının ve moleküllerin geometrik şekillerinin algılanmasına yardımcı olur. Top-çubuk modeli çizilmesi ve açıklaması kolay bir model olmasına karşın yanıltıcı da olabilmektedir. Çünkü moleküldeki atomlar top-çubuk modelinde belirtildiği kadar uzak olmayıp birbirine değmektedir. Top-çubuk modelinde bazı atomların renkleri ve büyüklükleri Şekil 3.14'te verilmiştir.

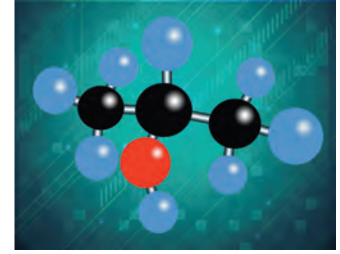


Şekil 3.14: Top-çubuk modelinde atomların temsilî gösterimi

CO_2, BH_3 ve CH_4 moleküllerinin top çubuk modelleri



BİLGİ KUTUSU



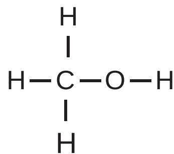
C_3H_7OH molekülünün top-çubuk modeli

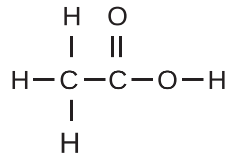
3. 2 Uygulama Soruları

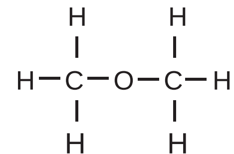
Molekül modeli takımını kullanarak O_2, N_2, H_2O, NH_3, BeH_2 moleküllerinin top-çubuk modellerini yapınız.

3. 3 Uygulama Soruları

Aşağıda yapı formülleri verilen moleküllerin, molekül modeli takımını kullanarak top-çubuk modellerini yapınız.







ç) Bilişim Teknolojilerinden (Animasyon, Simülasyon, Video, vb.) Yararlanılarak Molekül Geometrisinin Tanıtımı

Bilişim teknolojilerinden yararlanılarak çeşitli moleküllerin geometrik şekillerinin tanıtımını yapınız.İlgili görsellere Millî Eğitim Bakanlığına bağlı Eğitim Bilişim Ağı (**eba.gov.tr**) adresinden ulaşılabilir.

3.3.4. Kovalent Bağlı Bileşiklerin Sistematik Adlandırılması

Kovalent bağlı bileşikler ametal-ametal, yarı metal-ametal arasında oluşan bileşiklerdir. Bu kovalent bağlı bileşikleri adlandırabilmek için önemli ametallerin ve yarı metallerin bilinmesi gerekir.

Bazı ametaller: H, C, N, O, F, Cl, Br, I, S, P

Bazı yarı metaller: B, Si, As, Ge

Kovalent bağlı bileşiklerin sistematik adlandırma kuralları:

- I. elementin sayısının latince okunuşu + elementin adı + II. elementin sayısının latince okunuşu + II. elementin adı + ür eki
- I. elementin sayı ön eki, bir ise okunmaz. Örneğin CO_2 karbon dioksit
- Oksijen I. element ise "oksijen" olarak, II. element ise "oksit" olarak okunur.
- Kükürt I. element ise "kükürt" olarak, II. element ise "sülfür" olarak okunur.
- Elementlerin sayı ön eklerinin okunuşu Latincedir (Tablo 3.6).

Tablo 3.6: Sayıların Latince Adları

Sayı	Latince Sayı Ön Eki	Sayı	Latince Sayı Ön Eki
1	mono	6	hekza
2	di	7	hepta
3	tri	8	okta
4	tetra	9	nona
5	penta	10	deka

CCl_4 bileşiğinde I. element karbonun sayı ön eki bir olduğu için "mono" ön eki okunmaz. II. element klorun sayı ön eki dört latince "tetra" olarak okunur. Bileşiğin sistematik adı "Karbon tetraklorür"dür.

H_2O: Dihidrojen monoksit

NO: Azot monoksit

NO_2: Azot dioksit

PCl_3: Fosfor triklorür

NH_3: Trihidrojen mononitrür

NF_3: Azot triflorür

BİLGİ KUTUSU

NH_3 bileşiğinin sistematik adı trihidrojen mononitrür, PH_3 bileşiğinin sistematik adı trihidrojen monofosfürdür.
Birinci elementlerdeki azot ve fosfor -3, hidrojen ise +1 yükseltgenme sayısına sahiptir. Bileşikler adlandırılırken önce + yükseltgenme sayısına sahip elementin adı okunur.

BİLGİ KUTUSU

Hidrojenin asitli bileşikleri okunurken sayı ön ekleri belirtilmez. Örneğin;

HF: Hidrojen florür

HCl: Hidrojen klorür

H_2S: Hidrojen sülfür olarak okunur.

BİLGİ KUTUSU

Bazı yaygın kullanılan asitlerin sistematik adları.

H_2SO_4: Sülfürik asit

HNO_3: Nitrik asit

Örnek

Aşağıda formülleri verilen kovalent bağlı bileşiklerin sistematik adlarını yazınız. CF_4, CO, CO_2, N_2O_5, SCl_2, B_2O_3, PCl_5, NBr_3

Çözüm

CF_4 : Karbon tetraflorür

CO : Karbon monoksit

CO_2 : Karbon dioksit

SCl_2 : Kükürt diklorür

B_2O_3 : Dibor trioksit

N_2O_5 : Diazot pentaoksit

NBr_3 : Azot tribromür

PCl_5 : Fosfor pentaklorür

3.3. Alıştırma

Aşağıdaki kovalent bağlı bileşiklerin sistematik adlarını ve formüllerini yazınız.

a) SO_2 :

b) SI_6 :

c) Cl_2O_7 :

ç) Fosfor triklorür :

d) Diazot trioksit :

e) Oksijen diflorür :

3.3.5. Metalik Bağ

Metaller kendi aralarında elektron alışverişi ve elektron ortaklığı yapma eğilimi göstermezler. Sizce metal atomlarını bir arada tutan güçlü etkileşimler nelerdir? Örneğin bir metal olan demirin erime noktası (1538 °C) neden yüksektir? Yaşamımızda değişik kullanım alanları olan metallerin genel özellikleri nelerdir?

Metallerin fiziksel özellikleri, metalik bağın yapısı ile açıklanır. Metallerin bazı özelliklerini açıklayabilen çok basitleştirilmiş bir kuram olan "elektron denizi modeli" kullanılır.

a) Metalik Bağın Elektron Denizi Modeli

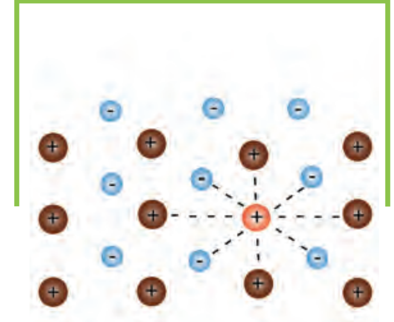
Metallerin iki önemli özelliği vardır. Bu özellikler

1. Metallerin birinci iyonlaşma enerjileri çok düşüktür.

Metal atomlarının son katmanlarındaki değerlik elektronları çekirdek tarafından diğer elektronlara göre daha zayıf kuvvetle çekilir. Bu nedenle metal atomlarının değerlik elektronları serbest hareket edebilir.

2. Metal atomlarının çok sayıda boş değerlik orbitalleri, az sayıda değerlik elektronları vardır.

Metal atomları bir araya geldiğinde, metalin çekirdeği tarafından zayıf kuvvetle çekilen değerlik elektronları, hem kendi atomunun hem de komşu metal atomunun boş orbitallerine girerek serbest hareket edebilir. Hareketli elektronlar bir elektron denizi oluşturur. Negatif yüklü elektron denizi ile pozitif yüklü metal iyonları arasındaki elektrostatik çekim kuvvetlerine **metalik bağ** denir. Elektron denizi modeli, katı hâldeki bir metali, "elektron denizi"ne batırılmış bir iyon örgüsü olarak kabul eder (Şekil 3.15). Örneğin lityumdaki iyonlar Li^+ iyonudur ve her lityum atomu başına bir elektron, elektron denizine katkıda bulunur.



Şekil 3.15

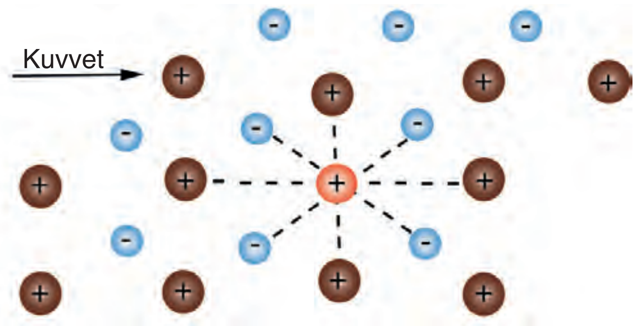
Metallerin elektron denizi modeli pozitif iyonların oluşturduğu örgü, bir "elektron denizi" ne daldırılmıştır. Elektron denizi, metallerin değerlik elektronlarından oluşmuştur ve elektronlar tek tek atomlara değil, tüm kristale aittir.

b) Metallerin Genel Fiziksel Özelliklerinin Metalik Bağ ile İlişkisi

Metallerdeki serbest elektron hareketliliği metallere aşağıdaki önemli özellikleri kazandırır.

- Metaller ısı ve elektriği iletir. Metallerdeki serbest elektronlar herhangi bir iyona bağlı değildir. Bu yüzden, bir dış kaynaktan sağlanan elektronlar metalin bir ucundan girerse, diğer ucundan aynı hızla çıkar.
- Metaller metalik parlaklık gösterir. Metallerdeki serbest elektronların görünür ışığın fotonlarını soğurma yetenekleri, bir atoma bağlı elektron lardaki gibi sınırlı değildir. Metaller görünür ışığı soğurarak bir metalin yüzeyindeki elektronlar, yüzeye çarpan ışıkla aynı frekansta ışıyabilir ve bu nedenle metallerin parlak görünmesini sağlar.
- Metaller tel ve levha hâline gelebilir. Eğer metal iyonlarının bir tabakası diğerine doğru bir kuvvetle zorlanırsa hiçbir bağ kırılmaz. Metalin iç yapısı esas olarak değişmeden kalır. Elektron denizi yeni bir duruma uyum sağlar.

Şekil 3.16'daki gibi soldan sağa doğru bir kuvvet uygulanırsa gösterilen katyon etkilenmez, yakın çevresi değişmez. Elektron denizi modeli metallerin kolay şekil değiştirmesini de açıklar.



Şekil 3.16: Metallerin tel ve levha hâline gelmesinde elektron denizindeki değişim

4. BÖLÜM

ZAYIF ETKİLEŞİMLER

- Zayıf etkileşimler hangi kimyasal türler arasında kurulur?
- Zayıf etkileşimler maddenin hangi özelliklerini belirler?

3.4.1. Zayıf ve Güçlü Etkileşimlerin Bağ Enerjisi

Atomlar bir araya gelerek güçlü etkileşimleri, moleküller bir araya gelerek zayıf etkileşimleri oluşturur. Bunun nedeni atom ya da moleküllerin enerjilerini düşürerek kararlı hâle gelme istekleridir. Atomlar tek başına bulunduklarında enerjileri yüksektir. Atomlar bir araya gelip güçlü etkileşim oluşturduklarında enerji verdikleri için enerjileri düşer ve kararlı hâle gelirler. Açığa çıkan enerji miktarı arttıkça güçlü etkileşimin kuvveti de artar. Güçlü etkileşim oluştuğunda en az 40 kJ/mol enerji açığa çıkar. Açığa çıkan enerji miktarı 40 kJ/mol'den az ise etkileşimler zayıf olarak kabul edilir.

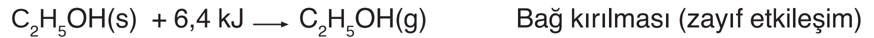
Güçlü etkileşim oluşumuna örnek olarak oksijenin doğada moleküler hâlde bulunması verilebilir. Doğada oksijen (O), atomik hâlde bulunmaz. Çünkü oksijen atomu yüksek enerjili ve kararsızdır. Bu nedenle oksijen atomları birbirleriyle bağ yaparak O_2 molekülünü oluştururlar ve bu atomlar enerjilerini düşürerek kararlı hâle gelirler. Doğada oksijenin O_2 molekülü hâlinde bulunmasının nedeni budur. Buna benzer olarak azot ve klor gibi ametal atomları da elementel hâlde doğada molekül yapılı olarak bulunur.

Bağ oluşumu; ısı veren (ekzotermik) bir olay, bağ kırılması ise ısı alan (endotermik) bir olaydır.


$\cdot O\cdot(g) + \cdot O\cdot(g) \longrightarrow O_2(g) + 498$ kJ Bağ oluşumu (güçlü etkileşim)


$O_2(g) + 498$ kJ $\longrightarrow \cdot O\cdot(g) + \cdot O\cdot(g)$ Bağ kırılması (güçlü etkileşim)

Fiziksel değişimlere eşlik eden enerji genellikle düşüktür. Etil alkolün sıvı hâlden gaz hâle gelmesi ısı alan fiziksel bir değişimdir.


$C_2H_5OH(s) + 6{,}4$ kJ $\longrightarrow C_2H_5OH(g)$ Bağ kırılması (zayıf etkileşim)

Etil alkolün gazdan sıvı hâle gelmesi ısı veren bir olaydır.


$C_2H_5OH(g) \longrightarrow C_2H_5OH(s) + 6{,}4$ kJ Bağ oluşumu (zayıf etkileşim)

Örneklerde görüldüğü üzere güçlü ve zayıf etkileşimleri birbirinden ayırmak için bağ enerjilerinden yararlanılabilir.

İki atom arasındaki kimyasal bağı kırmak için gerekli olan enerjiye **bağ enerjisi** denir. Birimi kj/mol'dür.Kimyasal bağ, güçlü etkileşimlerden oluşur. Güçlü etkileşimleri yenmek için de yaklaşık 40 kJ/mol den daha fazla enerji, zayıf etkileşimleri yenmek için ise 40 kJ/mol'den daha az enerji gerekir. Ancak her fiziksel ve kimyasal olayda enerji değişimi farkı, etkileşimin güçlü ya da zayıf olduğunu açıklayamayabilir. Bu durumda olayın fiziksel veya kimyasal değişimine bakılır. Kimyasal olaylarda güçlü etkileşim, fiziksel olaylarda zayıf etkileşim söz konusudur.

Bu durumlar aşağıda verilen örneklerle belirtilmiştir

a) $C_4H_{10}O(s) + 27\ kJ \longrightarrow C_4H_{10}O(g)$

b) $Ca^{2+}(g) + O^{2-}(g) \longrightarrow CaO(k) + 2850\ kJ$

c) $C_6H_6(g) \longrightarrow C_6H_6(s) + 34\ kJ$

d) $H_2O(g) + 463\ kJ \longrightarrow \bullet H(g) + \bullet OH(g)$

e) $H_2O(s) + 44\ kJ \longrightarrow H_2O(g)$

f) $Hg(s) + 59\ kJ \longrightarrow Hg(g)$

Yukarıdaki değişimleri enerjilerine bakılarak sınıflandırıldığında b, d ve f'deki enerji dönüşümleri 40 kJ/mol'den büyük olduğu için güçlü etkileşim; a ve c'deki enerji dönüşümü 40 kJ/mol'den düşük olduğu için zayıf etkileşimlerdir. e'deki olay 40 kJ/mol'den büyük olmasına rağmen zayıf etkileşim sınıfına girer. Bu durum sudaki hidrojen bağlarının kuvvetinden kaynaklanır. Güçlü etkileşimlerin oluşumu ve kırılmasında gerekli olan enerji, zayıf etkileşimlere göre çok daha fazladır. Bu nedenle kimyasal olaylardaki enerji değişimi, fiziksel olaylardaki enerji değişimine göre daha fazladır.

BİLGİ KUTUSU

İyonik bileşiklerdeki iyonlar çok güçlü elektrostatik çekim kuvvetiyle çekildiklerinden, bu bileşiklerdeki etkileşimleri yenmek için çok fazla enerji gerekir.

3.4. Alıştırma

Aşağıda değişik türlere ait bağların oluşumu ve kırılması sırasında gerçekleşen enerji değişimleri verilmiştir. Bu enerji değişimlerinden yararlanarak etkileşimleri güçlü ve zayıf olarak belirtiniz.

a) $2H\bullet(g) \longrightarrow H_2(g) + 436\ kJ$

b) $CH_4(s) + 8,1\ kJ \longrightarrow CH_4(g)$

c) $MgO(k) + 3600\ kJ \longrightarrow Mg^{2+}(g) + O^{2-}(g)$

ç) $\bullet H(g) + \bullet Br(g) \longrightarrow HBr(g) + 364\ kJ$

d) $Ar(s) + 6,4\ kJ \longrightarrow Ar(g)$

e) $I_2(k) + 151\ kJ \longrightarrow 2I\bullet(g)$

3.4.2. Kimyasal Türler Arasındaki Zayıf Etkileşimlerin Sınıflandırılması

Kimyasal türler arasındaki zayıf etkileşimler nasıl sınıflandırılır? Kimyasal türler arasındaki zayıf etkileşimlerin güçleri aynı mıdır? Maddelerin erime ve kaynama noktalarını, birbiri içerisinde çözünme gibi fiziksel özelliklerini hangi tür etkileşimler belirler?

Maddelerin yoğun hâllerini (katı ve sıvı) incelerken, moleküller arası hangi tür kuvvetlerin etkili olduğunun bilinmesi gerekir. Bu kuvvetler Alman fizikçi Johannes van der Waals tarafından bulunmuştur (Resim 3.4).



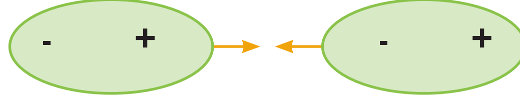
Resim 3.4: Johannes van der Waals

Van der Waals kuvvetleri; dipol-dipol, iyon-dipol, dipol-indüklenmiş dipol ve London kuvvetleri (dağılma kuvvetleri) gibi farklı tip moleküller arası kuvvetlerdir. Van der Waals kuvvetleri, hidrojen bağı dışındaki zayıf kuvvetlerin genel adıdır. Diğer yandan hidrojen bağı, çok güçlü bir dipol-dipol etkileşimidir. Sadece birkaç element (F, O, N) güçlü hidrojen bağı yapabildiğinden bu tür dipol-dipol etkileşimi ayrı bir sınıflandırmada yer alır. Buna göre zayıf etkileşimler; van der Waals etkileşimleri ve hidrojen bağı olmak üzere ikiye ayrılır.

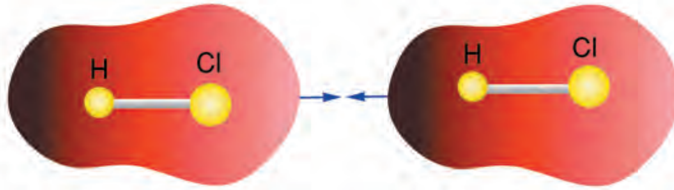
Maddenin bulunduğu hâle, kimyasal bağ türü ve elementlerine bağlı olarak; moleküller arası etkileşimlerin çekim gücüne birden fazla çekim kuvveti katkıda bulunabilir.

Dipol-Dipol Etkileşimleri

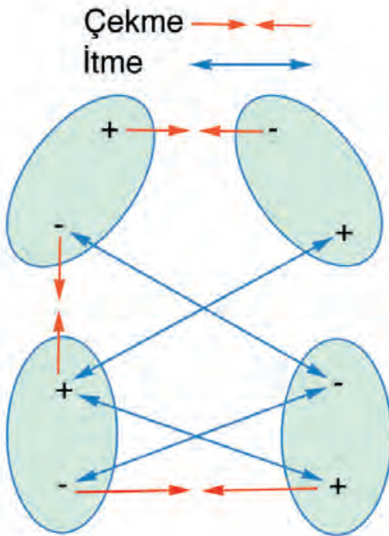
Dipol-dipol etkileşimleri HCl, CO, NO gibi polar moleküller arası çekim kuvvetleridir. Dipol-dipol etkileşiminin oluşabilmesi için moleküllerin polar olması şarttır. Bu etkileşimlerde bir molekülün kısmi negatif ucu (δ^-) diğerinin kısmi pozitif (δ^+) ucuna yönelerek çekim kuvvetleri oluşturur. Bu şekilde oluşan çekime dipol-dipol kuvvetleri denir. Bu etkileşimler moleküllerin kısmi yükleri arasında olduğu için iyonik bileşiklerdeki zıt yüklü iyonlar arası elektrostatik çekim kuvvetleri kadar kuvvetli değildir.



Molekül hareketliliği, moleküller arası gerçekleşen dipollerin düzgün olarak bir araya gelmesini engeller. Bu da çekimin zayıf olmasına neden olur.



Şekil 3.17: HCl molekülünde dipol-dipol etkileşimi



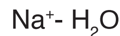
Şekil 3.18: Dipol-dipol etkileşiminde çekme ve itme kuvvetleri

İki polar molekülün aynı yükleri arası itme güçleri gerçekleşir. Bu yüzden dipol-dipol kuvvetleri, iyonik ve kovalent bağ kadar kuvvetli değildir. Dipol-dipol etkileşimleri güçlü etkileşimlerin yaklaşık %1'i kadar kuvvetlidir (Şekil 3.17, Şekil 3.18).Dipol-dipol etkileşimi, dipoller arası uzaklık arttıkça azalırken moleküldeki atomların elektronegatiflik farkı arttıkça artar. Sıcaklık arttıkça moleküller arası çekim kuvvetleri zayıflayarak moleküller birbirinden uzaklaşır, dipol-dipol çekim kuvvetleri zayıflar. Dipol-dipol etkileşimi yapan moleküller birbiri içinde iyi çözünürler. Örneğin HCl ve H_2O molekülleri polar moleküllerdir. HCl ve H_2O molekülleri arasında dipol-dipol etkileşimleri görülür.

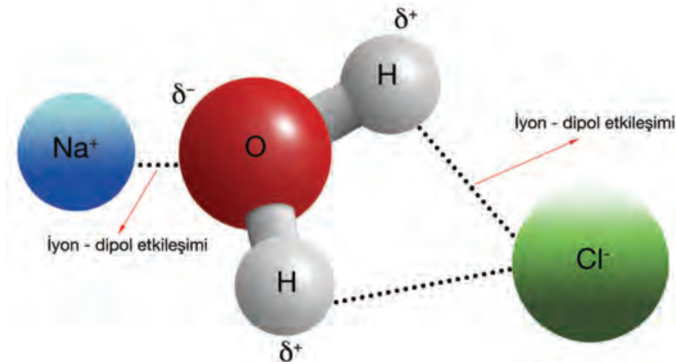
İyon-Dipol Etkileşimi:

Bir iyonik bileşiğin polar bir molekülde çözünmesinin nedeni iyon-dipol etkileşimidir. Bir iyon ile (katyon veya anyon) polar molekül arasında oluşan etkileşime **iyon-dipol etkileşimi** denir.

İyonik bileşik olan NaCl ile polar molekül olan H_2O arasındaki etkileşim incelenirse NaCl'de Na^+ ve Cl^- iyonları, H_2O molekülündeki kısmi dipollerle etkileşir. Na^+ iyonu H_2O molekülünün $O^{\delta-}$ dipolü ile Cl^- iyonu su molekülünün $H^{\delta+}$ dipolü arasında iyon-dipol etkileşimi oluşur (Şekil 3.19).


Na^+- H_2O


Cl^- - H_2O arası etkileşimlere iyon-dipol etkileşimidir.



Şekil 3.19: NaCl ve H_2O arasında iyon-dipol etkileşimi

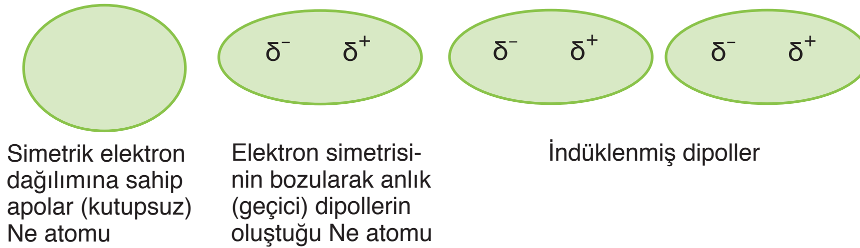
London Kuvvetleri

Polar olmayan moleküller arasında ne tür çekim kuvvetleri oluşabilir? Apolar moleküller ve soy gaz atomları arası çekim kuvvetleri olmasaydı, soy gazlar ve apolar moleküller sıvı ya da katı hâlde olamazdı. London kuvvetleri He, Ne, Ar gibi soy gazların N_2, O_2, H_2, Cl_2, CO_2, BH_3, CH_4, CCl_4 gibi apolar moleküllerin sıvı ve katı hâle gelmesine neden olan en zayıf etkileşimlerdir.

London kuvvetleri, atom ve moleküllerin elektronlarının hareketinden oluşan kuvvetlerdir. Bir molekül veya atomun hareketli elektronları, herhangi bir anda molekül veya atomun bir tarafında daha yoğun bulunabilir. Elektronun yoğun olduğu bölge kısmi negatif (δ^-), elektron yoğunluğunun az olduğu bölge kısmi pozitif (δ^+) olur. Bu şekilde oluşan dipollere **anlık (geçici) dipoller** denir. Atomlar veya moleküller arası çarpışmalardan dolayı anlık dipoller bozulur ve tekrar kurulur. Anlık oluşan bu dipoller komşu apolar atom veya moleküllerin elektron simetrisini bozarak onların da geçici dipollenmesini sağlar. Bu şekilde oluşan dipollere **indüklenmiş dipoller** denir. İndüklenmiş dipol-indüklenmiş dipol kuvvetleri ilk kez Fritz London (Resim 3.5) tarafından açıklandığı için bu kuvvetlere **London kuvvetleri** de denir.



Resim 3.5: Fritz London (Temsilî)



- Apolar maddelerde sadece London kuvvetleri vardır.
- Polar moleküllerde dipol-dipol etkileşimlerinin yanında London kuvvetleri de bulunur. Polar moleküllerin özelliklerini belirleyen dipol-dipol etkileşimidir.
- Soy gaz atomları ile apolar moleküllerin elektron sayısı ve molekül kütlesi arttıkça kutuplanabilirlik (polarlanabilirlik) artar. Kutuplanabilirliğin artmasıyla London çekimi güçleneceğinden molekül veya atomların erime ve kaynama noktaları yükselir. Örneğin, soy gazlarda elektron sayısı arttıkça kaynama noktaları:


$_{2}He < {}_{10}Ne < {}_{18}Ar < {}_{36}Kr < {}_{54}Xe < {}_{86}Rn$ şeklinde sıralanır.

Halojenlerde grupta yukarıdan aşağıya elektron sayısı arttığından F_2, Cl_2, Br_2, I_2 moleküllerinin kaynama noktaları:


$F_2 < Cl_2 < Br_2 < I_2$ şeklinde olur.

BİLGİ KUTUSU

London kuvvetleri en zayıf etkileşimler oldukları için kimyasal bağ tanımına uymaz.

Dipol-Dipol Etkileşimleri, İyon-Dipol Etkileşimleri ve London Kuvvetlerinin Genel Etkileşme Güçleri

Zayıf etkileşimler kovalent ve iyonik bağlardan çok zayıftır. Zayıf etkileşimlerin en zayıfı London kuvvetleridir. En kuvvetli olanı iyon-dipol etkileşimleri ve hidrojen bağlarıdır. Bu etkileşimlerden dipol-dipol etkileşimi London kuvvetlerinden güçlü, iyon-dipol ve hidrojen bağından daha zayıftır. Ayrıca bu etkileşimlerin gücünü; atom, molekül ve iyonların büyüklükleri ile bunların birbirine olan uzaklıkları etkiler. Bu nedenle zayıf etkileşimlerin kuvveti, türler arası etkileşime göre farklılıklar gösterebilir.

Zayıf etkileşimlerin gücü, etkileşimlere eşlik eden enerjilere bakılarak karşılaştırılabilir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7: Zayıf Etkileşimlerin Bağ Enerjileri

Etkileşim Kuvveti	Enerji Aralığı (kJ/mol)	Örnek
London kuvvetleri	0,05-40	CH_4- - - CH_4
Dipol-dipol	5-25	H_2O- - - CO
İyon-dipol	40-600	K^+- - - H_2O
Hidrojen bağı	10-40	CH_3OH- - - H_2O

Tablo 3.7'deki değerlere göre etkileşimlerin gücü, türlere göre değişir. Bu etkileşimlerden en güçlü olanı iyon-dipol ve hidrojen bağlarıdır. London kuvvetleri en zayıf etkileşimlerdir. Dipol-dipol etkileşimlerinin gücü, iyon-dipol ve hidrojen bağlarından zayıf; London kuvvetlerinden daha güçlüdür.

Dipol-İndüklenmiş Dipol ve İyon-İndüklenmiş Dipol Etkileşimleri

Polar moleküllerle apolar moleküller ve iyonik bileşiklerdeki iyonlarla apolar moleküller arasında zayıf etkileşimler oluşabilir.

Bu etkileşimlerin oluşumu ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

Dipol-İndüklenmiş Dipol Etkileşimleri

Polar bir molekülle apolar molekül veya atom arasındaki etkileşimlere **dipol-indüklenmiş dipol etkileşimleri** denir. Apolar bir molekülün polar bir molekülde az da olsa çözünmesinin nedeni dipol-indüklenmiş dipol etkileşimleridir.

Örneğin I_2(k) ve CCl_4(s) apolar moleküllerdir. H_2O(s) ise polar bir moleküldür.

I_2 - H_2O ve CCl_4 - H_2O arasındaki etkileşimler dipol-indüklenmiş dipol etkileşimleridir.

Dipol-indüklenmiş dipol etkileşimleri çok zayıf olduğu için ihmal edilerek yok sayılır. Maddeler bir araya gelirse benzer maddeler benzer maddeleri çözer. Polar maddeler polar çözücülerde, apolar maddeler apolar çözücülerde çözünürler. Apolar bir maddenin polar bir çözücüde çözünmesi beklenmez. Bu nedenle I_2 ve CCl_4 molekülleri suda az da olsa çözünmesine rağmen çözünmediği kabul edilir.

İyon-İndüklenmiş Dipol Etkileşimleri

İyonik bir bileşikle apolar moleküller ve atomlar arası etkileşimler iyon-indüklenmiş dipol etkileşimleridir. İyonik bir maddenin polar olmayan bir çözücüde çözünmesi olayı bu etkileşimlerden ileri gelir. İyon-dipol etkileşimlerinin çok zayıf olması nedeniyle iyonik bileşikler apolar çözücülerde çok az çözünürler. Bu etkileşimler genelde yok kabul edilir. NaCl'nin CCl_4 ve Benzen (C_6H_6) gibi apolar çözücülerde çözünürlüğü oldukça azdır.

NaCl - CCl_4 arası zayıf etkileşim iyon-indüklenmiş dipol etkileşimidir. Sodyum klorür ve karbon tetraklorür arasındaki iyon-indüklenmiş dipol etkileşimleri

Na^+ - CCl_4 ve Cl^- - CCl_4 şeklinde gösterilir.

3.4.3. Hidrojen Bağları ile Maddelerin Fiziksel Özellikleri Arasındaki İlişki

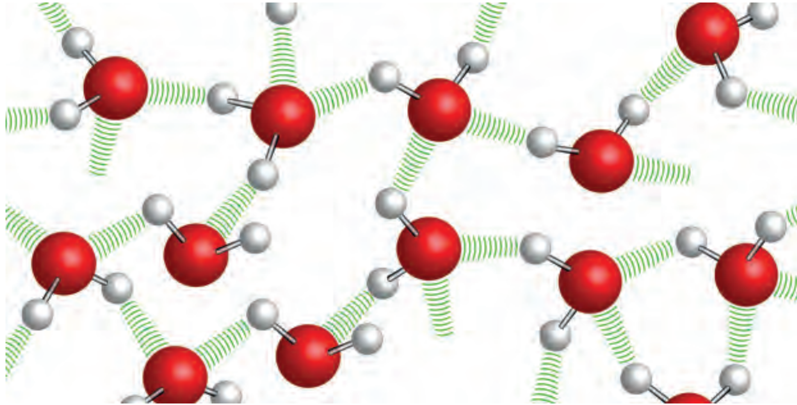
Göl ve nehirler neden yüzeyden donmaya başlar? Neden buzun yoğunluğu sıvı hâldeki sudan daha düşüktür? Kar taneleri neden altıgen (hekzagonal) yapıdadır? Bu ve buna benzer soruların cevabı moleküller arası etkileşimlerle açıklanabilir mi? Bu sorulara cevap verebilmek için moleküller arası hidrojen bağının oluşumu ve hidrojen bağının özelliklerinin bilinmesi gerekir.

a) Hidrojen Bağı

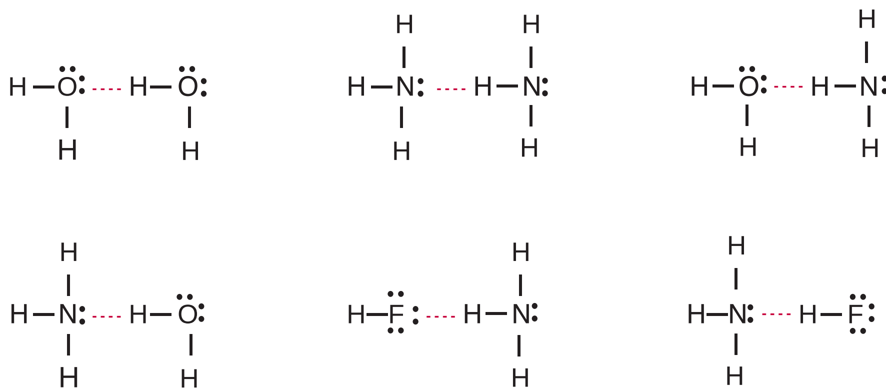
Hidrojen bağı, moleküller arası katı ve sıvı fazda oluşan bir bağdır. Hidrojen bağı, dipol-dipol etkileşimlerinin özel bir hâli olup dipol-dipol etkileşimlerinden daha güçlü bağdır. Hidrojen bağının oluşabilmesi için, bir molekülde H atomuna bağlı elektronegatifliği yüksek ve ortaklanmamış elektron çifti bulunduran F, O, N atomlarından biri olmalıdır.

Hidrojen bağları aynı moleküller arasında oluşabildiği gibi farklı moleküller arasında da oluşabilir. Bir moleküldeki F, O, N atomlarının ortaklanmamış elektron çiftleri ile diğer moleküldeki kısmi pozitif (δ^+) yüklü H atomları arasında oluşan bağa **hidrojen bağı** denir.

Bu etkileşimler (H – F - - - - - H, H – O - - - - - H, H – N - - - - - H) şeklinde çizgilerle gösterilir (Şekil 3.20 ve 3.21).

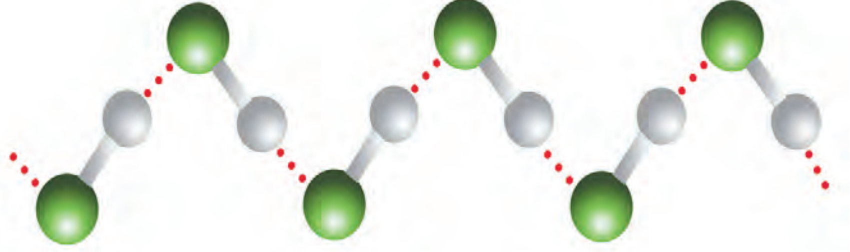


Şekil 3.20: Su molekülünde hidrojen bağ oluşumu



Şekil 3.21: Bazı moleküllerin arasında hidrojen bağ oluşumu

Her bir hidrojen bağının bağ enerjisi HF'de en yüksek, H_2O'da zayıf, NH_3'ta en zayıftır. Bunun nedeni F'un elektronegatifliğinin en büyük, N'un elektronegatifliğinin en düşük olmasıdır. HF'ün kaynama noktasının H_2O'un kaynama noktasından yüksek olması beklenir. Aksine H_2O'un kaynama noktası HF'den büyüktür. Bunun nedeni HF molekülünün sıvı fazdaki dağılımının zikzak zincir şeklinde olmasıdır (Şekil 3.22).



Şekil 3.22: HF molekülünde zikzak hidrojen bağları

H_2O molekülünün kaynama noktasının yüksek olmasının nedeni ise bir su molekülünün dört tane hidrojen bağı oluşturmasıdır.

Hidrojen bağının oluşabilmesi için, hidrojen atomunun molekülde bulunması gerekir. Diğer atomlarda hidrojen bağının çok zayıf olmasının nedeni, atom hacimlerinin büyüklüğü sebebi ile atomların çekirdeklerinin çekim kuvvetinin, iç katman elektronları tarafından engellenmesidir (Tablo 3.8).

BİLGİ KUTUSU

Hidrojen bağı, dipol-dipol etkileşiminin özel hâlidir. F, O, N atomlarının atom yarıçapları küçük olduğu için bu elementlerden oluşan moleküllerde elektriksel dipol çekimi daha fazladır.

Tablo 3.8: Bazı Bileşiklerde Hidrojen Bağ Enerjileri

Hidrojen Bağ Örnekleri	Hidrojen Bağ Enerjisi (kJ/mol)
H – F - - - - -H – F	29
HO – H- - - - OH_2	22
H_2N – H - - - -NH_3	17

- Hidrojen bağları van der Waals kuvvetlerinden daha güçlü etkileşimlerdir.
- Hidrojen bağlı bileşiklerin kaynama noktaları, van der Waals etkileşime sahip olan maddelerden daha büyüktür.
- Hidrojen bağlı bileşikler birbiri içinde iyi çözünür.

b) Bileşiklerde Kaynama Noktası Değişimleri

Bir maddenin kaynama noktası, erime noktası ve çözünme gibi fiziksel özellikleri, moleküller arası etkileşimlerin gücüne bağlıdır. İyonik bileşiklerde güçlü iyonik bağ olduğu için, iyonik bileşiklerin erime ve kaynama noktaları yüksektir. Dipol-dipol ve London kuvvetleri zayıf etkileşimlerdir. Hidrojen bağlı moleküllerin kaynama noktaları dipol-dipol etkileşimi olan moleküllerden daha yüksektir. London kuvvetlerine sahip olan atom ya da moleküllerin kaynama noktaları en düşüktür. Sadece London kuvvetlerine sahip olan maddelerde elektron sayısı arttıkça maddenin kaynama noktası artar.

Uygun bileşik serisinde kaynama noktası sıralaması

İyonik bileşik > hidrojen bağlı molekül > dipol-dipol etkileşime sahip molekül > London kuvvetlerine sahip atom ya da molekül

Aşağıda bazı bileşiklerin 1 atm basınçta kaynama noktaları verilmiştir.

Bileşik	Kaynama noktası (°C)
CaO	2850
H_2O	100
HCl	-85
CH_4	-164
C_2H_6	-89

Yukarıdaki bileşiklerin kaynama noktaları incelendiğinde CaO bileşiğinin kaynama noktasının en yüksek olduğu görülür. Bunun nedeni CaO bileşiğinde güçlü etkileşim olan iyonik bağın bulunmasıdır.

H_2O, HCl, CH_4 ve C_2H_6 bileşiklerinin kaynama noktalarını zayıf etkileşimler belirler. Moleküller arasında; H_2O'da hidrojen bağları, HCl'de dipol-dipol etkileşimleri, CH_4 ve C_2H_6'da London kuvvetleri bulunur. C_2H_6 molekülünde toplam elektron sayısı CH_4 molekülünden fazla olduğundan London kuvvetleri daha büyüktür. Bu nedenle C_2H_6'nın kaynama noktası CH_4'ten daha büyüktür.

Örnek

NaCl, H_2S, H_2O, CH_4 ve H_2 maddelerinin kaynama noktaları büyükten küçüğe nasıl sıralanır? ($_1H$, $_6C$, $_8O$, $_{11}Na$, $_{16}S$)

Çözüm

NaCl iyonik bileşik

H_2O hidrojen bağı

H_2S dipol-dipol etkileşimi

CH_4 London kuvvetleri (elektron sayısı 10)

H_2 London kuvvetleri (elektron sayısı 2)

Kaynama noktası sıralaması: NaCl > H_2O > H_2S > CH_4 > H_2

3.5. Alıştırma

Aşağıda verilen türler arasındaki en etkin olan etkileşimleri yazınız. ($_1H$, $_5B$, $_6C$, $_7N$, $_9F$, $_{11}Na$, $_{17}Cl$, $_{19}K$)

a) NH_3 – NH_3

b) BH_3 – CCl_4

c) Na^+ – HF

ç) K^+ – CH_4

d) HCl – NH_3

3.6. Alıştırma

Aşağıda verilen maddelerin kaynama noktalarını büyükten küçüğe sıralayınız. ($_1H$, $_6C$, $_7N$, $_{12}Mg$, $_{16}S$, $_{17}Cl$)

$MgCl_2$, Cl_2, NH_3, CH_4, H_2S

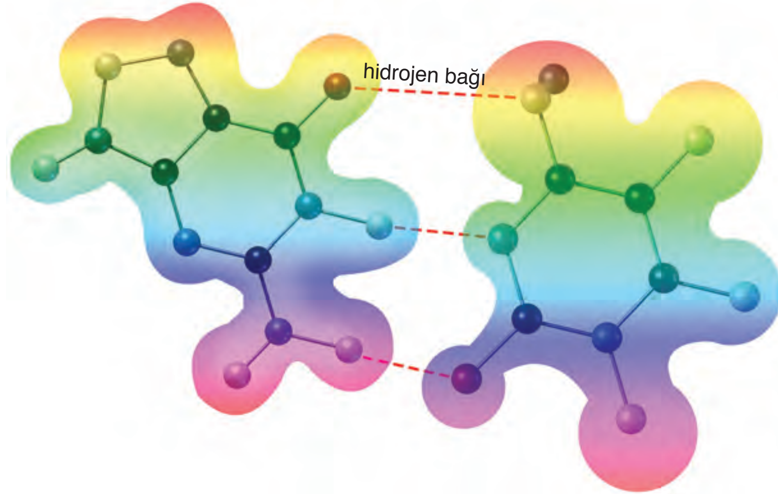
c) Hidrojen Bağının Canlılar İçin Önemi

Hidrojen bağı moleküllere ne tür özellikler kazandırır? Su, hidrojen bağının oluştuğu en tanınmış bileşiktir. Bir su molekülü, hidrojen bağları yardımıyla dört komşu su molekülüne düzgün dörtyüzlü yapı oluşturarak bağlanır. Hidrojen bağlı diğer bileşiklerde üç boyutlu yapı yoktur. Buzun yapısındaki hidrojen bağları, su moleküllerini esnek olmayan ancak oldukça seyrek bir yapıda tutar. Buzun yapısında büyük boşluklar oluşur. Bu nedenle buzun yoğunluğu sudan küçüktür. Buzun erimesi sırasında hidrojen bağlarının bir kısmı kopar. Tamamı erimeyen buzun bir kısmı katı hâlde kalarak su üstünde yüzer. Okyanus, göl, nehirler çok soğuk havada yüzeyden donmaya başlar. Böylece buzun altında canlı hayatı devam eder.

Hidrojen bağları; selüloz, protein ve DNA gibi karmaşık ve büyük moleküllerde de bulunur. Bu karmaşık yapılarda moleküller arası hidrojen bağları yer alır (Şekil 3.23). DNA molekülleri çift zincirlidir. Hidrojen bağları iki DNA zincirini bir arada tutarak sarmal yapı oluşturur. Bu durum canlı hayatı için çok önemlidir. DNA molekülleri kendi kendini eşleyebilir. Bu eşleme sırasında hidrojen bağları kolaylıkla kopabilir ve yeni hidrojen bağları kolaylıkla kurulabilir.

BİLGİ KUTUSU

Sert gövdeli ve uzun boylu ağaçların yapısında hidrojen bağlı selüloz molekülleri bulunur. Selüloz, ağaçlara sertlik ve dayanıklılık kazandırır. 100 metre yükseklikteki bir kızılağacın tepesine su taşımak için başka kuvvetlerin yanında hidrojen bağları da görev yapar.



Şekil 3.23: DNA molekülünde hidrojen bağları

Hidrojen bağı, bazı ağaçların nasıl çok yüksek boylara eriştiği bilmecesine de yanıt verecek gibi gözükmektedir. Hava basıncı su sütununu en çok 10 m yüksekliğe çıkarabilmektedir. O hâlde, 100 m yükseklikteki bir kızılağacın tepesine suyu taşımak için başka etkenler olmalıdır. Ağaçlarda suyun yukarılara taşınmasında hidrojen bağları da rol oynayabilir. İnce su kanalları (odunsu dokuda) kökten ağacın tepesindeki yapraklara kadar uzanmaktadır. Bu kanallarda su molekülleri birbirlerine hidrojen bağlarıyla bağlı olup her su molekülü, kohezyon zincirinde bir halka gibidir. Yapraktan bir su molekülü buharlaştığında, diğer molekül onun yerini almak üzere hareket eder ve zincirdeki moleküller tümüyle yukarı bağlı olup çekilir. Bu süreçte kökten yeni bir su molekülü zincire katılır. Böylece ağacın kökünden en uçtaki noktasına kadar su taşınmış olur.

ç) Bilişim Teknolojilerinden (Animasyon, Simülasyon, Video vb.) Yararlanılarak DNA'nın Yapısının Tanıtımı

Bilişim teknolojilerinden yararlanılarak DNA'nın yapısının tanıtımını yapınız. İlgili görsellere Millî Eğitim Bakanlığına bağlı Eğitim Bilişim Ağı (**eba.gov.tr**) adresinden ulaşılabilir.

OKUMA PARÇASI

PROF. DR. AZİZ SANCAR'IN ÖZGEÇMİŞİ VE DNA'NIN ONARIMI İLE İLGİLİ ÇALIŞMALARI

Prof. Dr. Aziz SANCAR 1946'da Mardin Savur'da sekiz kardeşin yedincisi olarak dünyaya geldi. Anne-babasının okuma yazma bilmediği ancak eğitime çok önem verdiği belirtiliyor.

Aziz SANCAR 1963 yılında girdiği İstanbul Tıp Fakültesini 1971'de birincilikle bitirdi. Aynı yıl eğitimi için ABD'ye gitti. 1997 yılından bugüne kadar ABD'deki Kuzey Carolina Üniversitesi Biyokimya ve Biyofizik Bölümünde öğretim üyesi olarak görev yapan Aziz SANCAR, kanser tedavisinde "ritmik saat" buluşuna imza atarak dünya çapında üne kavuşmuştur.

Aziz SANCAR'ın 300'e yakın bilimsel makalesi yayımlanmış ve bu makalelere yapılan 12.000'den fazla atıfla, bilimsel araştırmalarda eşine az rastlanır bir başarıya imza atmıştır. Yaptığı bilimsel çalışmalarla Amerikan Ulusal Bilimler Akademisine kabul edilen SANCAR, buraya kabul edilen üç Türk'ten biri olmuştur.



Aziz SANCAR "DNA tamiri" ve "hücre döngüsü kontrol noktası" gibi konularda yaptığı çalışmalarla adını duyurdu. Hücrelerin hasar gören DNA'ları nasıl onardığını ve genetik bilgisini koruduğunu haritalandıran araştırmalarıyla 2015 yılında Nobel Kimya Ödülü'nün sahibi oldu.

Prof. Dr. Aziz SANCAR aldığı madalyayı Anıtkabir'e sergilenmek üzere teslim etti.

"Bu madalyayı Anıtkabir'e vermekle, Atatürk'e ve Atatürk'ün silah arkadaşlarına, Türkiye Cumhuriyeti'ni kuranlara vefa borcumu ödedim ve bu fırsatı bana verdiği için Allah'a şükrediyorum" diyen SANCAR, millete böyle bir sevinç yaşattığı ve özellikle gençlere bilim yapma ilhamı verdiği için çok mutlu olduğunu belirtti.

Bilimsel çalışmalarda başarıya ulaşmak için fedakâr, kararlı, azimli ve sabırlı olmak gerekir. Her alanda başarıyı yakalamak için çok çalışmak gerekir.

Prof. Dr. Aziz SANCAR bilimsel çalışmalarda elde edilen bulguları açık fikirlilikle, doğru olarak bilim dünyasına kazandırmanın bir insanlık görevi olduğunu belirtmiştir.

(Yazarlar tarafından düzenlenmiştir.)

5. BÖLÜM

FİZİKSEL ve KİMYASAL DEĞİŞİMLER

- *Aynı ya da farklı kimyasal türler etkileştiklerinde, türlerin yapılarında nasıl bir değişme gerçekleşir?*
- *Etkileşimlerdeki değişimler aynı türden midir?*
- *Fiziksel ve kimyasal değişimler maddenin yapısını nasıl etkiler?*

3.5.1. Fiziksel ve Kimyasal Değişimlerin Kopan ve Oluşan Bağlar Temelinde Ayrılması

Maddeler bir araya gelerek etkileştiklerinde iç veya dış yapılarında çeşitli değişimlerin gerçekleştiği görülür. Kaynayan suyun buharlaşması, kışın göllerin buz tutması, açık ve nemli havada demirin paslanması, gümüş paranın zamanla kararması; kâğıt, şeker ve kömürün yanması, maddelerde meydana gelen değişimlere örnek olarak verilebilir. Kopan ve oluşan bağlar temelinde maddelerdeki değişimler ikiye ayrılır.

Fiziksel Değişimler

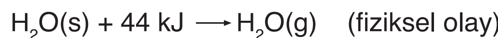
Maddelerin dış görünümü ile ilgili özelliklere **fiziksel özellik** denir. Yoğunluk, erime noktası, kaynama noktası, sertlik, fiziksel hâl, akıcılık vb. özellikler fiziksel özelliklerdir.

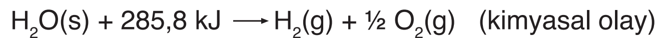
Maddelerin molekül yapısını değiştirmeyen sadece dış görünüşünde meydana gelen değişimlere **fiziksel değişim** denir. Fiziksel değişmelerde maddeleri bir arada tutan zayıf bağlar (zayıf etkileşimler) kopar. Molekülleri oluşturan atomlar arası güçlü etkileşimlerde değişme olmaz. Örneğin su ($H_2O(s)$), buhar ($H_2O(g)$) hâline geldiğinde O–H arası kovalent bağlarda değişme olmaz. Sadece H_2O molekülleri arası zayıf hidrojen bağları koparak sıvı hâldeki su, buhar hâline geçer. H_2O sıvı hâlde molekülleri birbirine daha yakın iken buhar hâlinde moleküller birbirinden uzaklaşır. Su buharı sıvı hâle geçerken moleküller birbirine yaklaşarak tekrar zayıf etkileşimler oluşur.

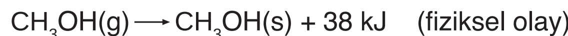
Fiziksel değişimlerden bazıları

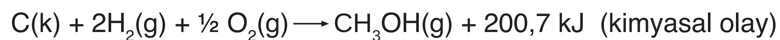
- Erime, donma, buharlaşma, yoğunlaşma gibi hâl değişimleri
- Camın kırılması
- Işığın kırılması
- Kâğıdın yırtılması
- Öğütme, toz hâline gelme
- Metallerin elektriği iletmesi
- Şekerin, tuzun suda çözünmesi
- Gökkuşağı oluşumu
- Karışımların bileşenlerine ayrılmasıdır.

Kimyasal olaylardaki enerji değişimi, fiziksel olaylara göre daha yüksektir.


$H_2O(s) + 44\ kJ \longrightarrow H_2O(g)$ (fiziksel olay)


$H_2O(s) + 285{,}8\ kJ \longrightarrow H_2(g) + ½\ O_2(g)$ (kimyasal olay)


$CH_3OH(g) \longrightarrow CH_3OH(s) + 38\ kJ$ (fiziksel olay)


$C(k) + 2H_2(g) + ½\ O_2(g) \longrightarrow CH_3OH(g) + 200{,}7\ kJ$ (kimyasal olay)

Kimyasal Değişimler

Maddenin; yanıcılık, yakıcılık, tepkimelere yatkınlık, asitlik, bazlık gibi iç yapısı ile ilgili özelliklere **kimyasal özellikler** denir.

Maddelerin iç ve dış yapısında meydana gelen köklü değişimlere **kimyasal değişim** denir. Kimyasal değişimlerde maddeyi oluşturan kimyasal türlerin yapısı değişerek, farklı kimyasal türler oluşur. Kimyasal değişimlerde maddelerdeki hem zayıf hem de güçlü bağlar kopar. Kimyasal değişimler sonucunda oluşan maddeler arasında zayıf ve güçlü etkileşimler (bağlar) oluşur.

Örneğin H_2O bileşiği elektroliz edilirse H_2 ve O_2 molekül elementleri oluşur.



$$H_2O(s) \xrightarrow{\text{elektroliz}} H_2(g) + 1/2\ O_2(g)$$

Bu kimyasal değişim sırasında H_2O bileşiğinin moleküller arası zayıf etkileşimleri kırıldığı gibi, moleküldeki atomlar arası (O-H) güçlü kovalent bağlar da kırılır.

Kimyasal değişim sonucu oluşan H_2 molekülünde H-H arası, O_2 molekülünde de O=O arası güçlü kovalent bağlar oluşur.



Resim 3.6: Paslı demir

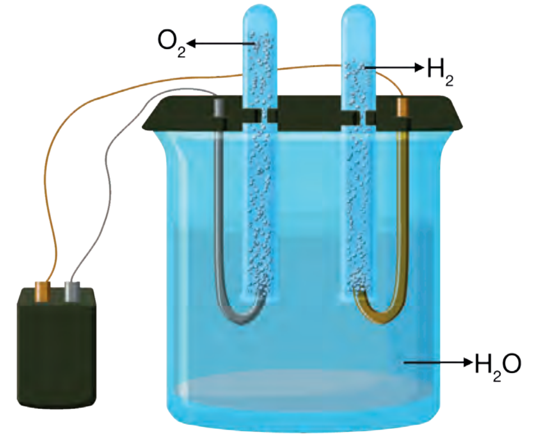
Maddelerde oluşan kimyasal değişimlerin göstergesi

Isı ve sıcaklık değişimi

- Çözeltilerde bulanıklık ve çökelek oluşumu
- Gaz çıkışı
- Renk değişimi gibi olaylardır.

Aşağıda verilen değişimler kimyasal değişim örnekleridir.

- Yanma, paslanma (Resim 3.6)
- Çürüme, sararma
- Betonun donması, yağlı boyanın kuruması
- Besinlerin sindirimi
- Elektroliz (Resim 3.7)
- Elektron alış verişi, bağ kopması, bağ oluşumu
- Metallerin asitlerde çözünmesi
- Solunum, fotosentez, mayalanma vb. olaylardır.



Resim 3.7: Suyun elektroliz olayı

3.7. Alıştırma

Aşağıda verilen değişimlerden hangileri fiziksel, hangileri kimyasal değişimdir?

a) Kışın yolların buz tutması

b) Gümüş tepsinin açık havada kararması

c) Çinko metalinin asit çözeltisinde çözünmesi

ç) Gümüş metalinin elektriği iletmesi

d) Yaprağın sararması

e) Yumurtanın pişmesi

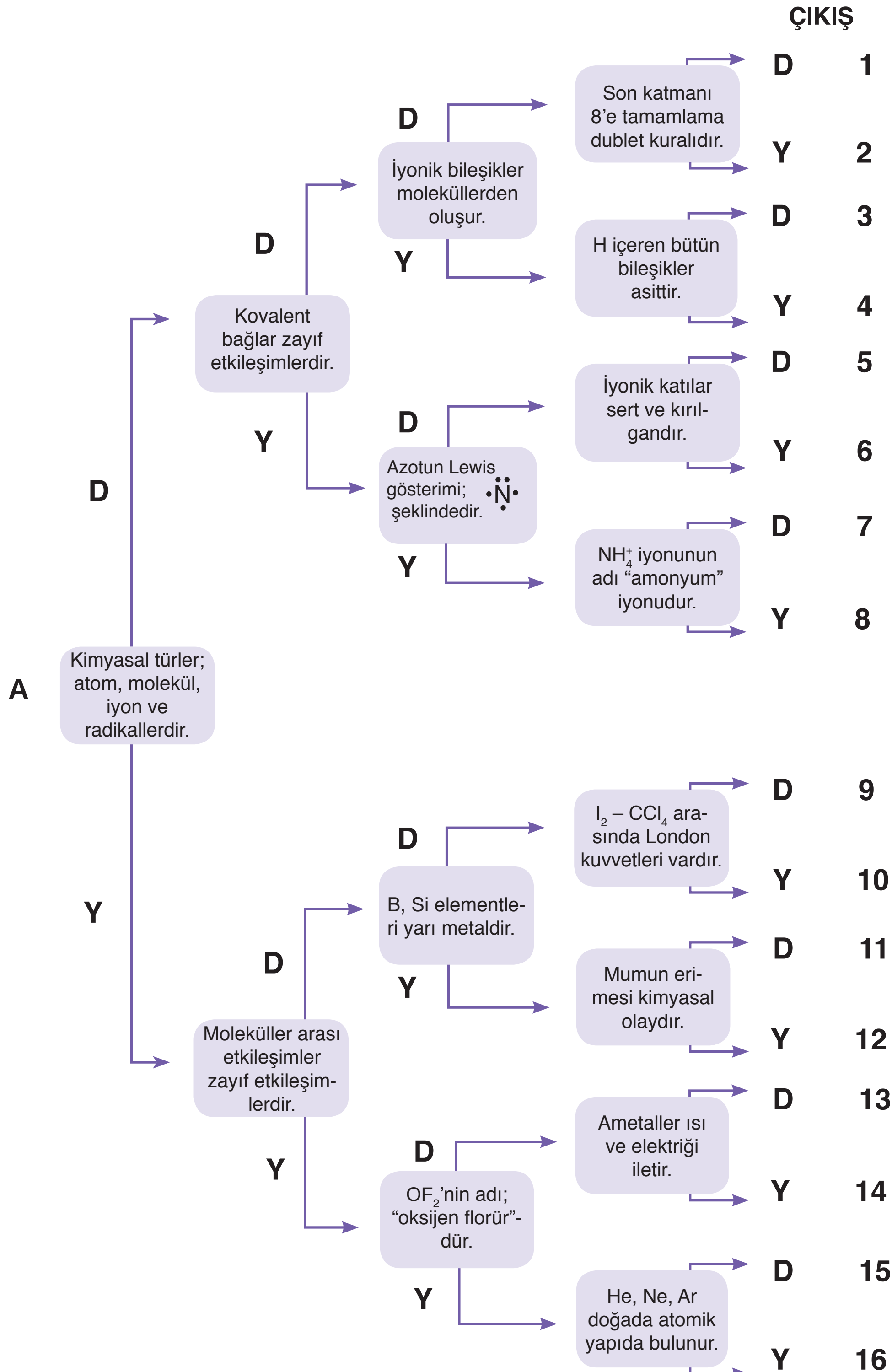
f) Naftalinin süblimleşmesi

BilişimTeknolojilerinden (Animasyon, Simülasyon, Video vb.) Yararlanılarak Türler Arasında Fiziksel ve Kimyasal Değişimlerin Açıklanması

Bilişim teknolojilerinden yararlanılarak türler arasında fiziksel ve kimyasal değişimlerin açıklamasını yapınız. İlgili görsellere Millî Eğitim Bakanlığına bağlı Eğitim Bilişim Ağı (**eba.gov.tr**) adresinden ulaşılabilir.

3.ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) 1. Aşağıda birbiri ile bağlantılı doğru **(D)** ya da yanlış **(Y)** ifadeler içeren tanılayıcı dallanmış ağaç tekniğinde bir soru verilmiştir. “A” ifadesinden başlayıp, cümlenin doğru veya yanlış olduğuna karar vererek ilgili ok yönünde ilerleyiniz. Her bir cevap bir sonraki aşamayı etkileyecektir. Vereceğiniz cevaplarla 16 çıkış noktasından doğru çıkışı bulunuz. ($_1$H, $_2$He, $_5$B, $_6$C, $_7$N, $_8$O, $_9$F, $_{10}$Ne, $_{14}$Si, $_{17}$Cl, $_{18}$Ar, $_{53}$I)



B) Aşağıdaki tabloda bazı bileşiklerin etkileşim türleri ve kaynama noktaları verilmiştir.

Bileşik	**H_2O**	**C_3H_6O**	**C_5H_{12}**	**NaCl**
Etkileşim Türü	**Hidrojen Bağı**	**Dipol-dipol**	**London Kuvvetleri**	**İyonik**
Kaynama Noktası	100 °C	56,2 °C	36,1 °C	1413 °C

Tablodaki verilere göre

2. NaCl bileşiğinin kaynama noktasının en büyük olmasının nedenini açıklayınız.

3. C_5H_{12} (Pentan) bileşiğinin kaynama noktasının en küçük olmasının nedenini açıklayınız.

4. Etkileşim türlerinin kaynama noktaları üzerindeki etkilerini açıklayınız.

5. Yukarıdaki bileşiklerin etkileşim türlerinin kuvvetini büyükten küçüğe sıralayınız.

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

6. CO_2 molekülünde; molekül içi bağları ve yoğun fazda moleküller arasında oluşan etkileşimleri açıklayınız.

7. N_2 ve NH_3 moleküllerinin Lewis elektron nokta yapılarını göstererek molekül içi bağların türünü ve moleküllerin polarlığı veya apolarlığını belirleyiniz.

8. Metalik bağ oluşumunu ve bu bağın metallere kazandırdığı özellikleri açıklayınız.

9. Aşağıda verilen kimyasal türler arasındaki en etkili etkileşim türünü belirtilen bölüme yazınız.

Kimyasal Türler		Etkileşim Türü
a)	H_2O - HCl	
b)	NaCl - H_2O	
c)	NH_3 - CH_4	
ç)	CCl_4 - CO_2	
d)	HF - H_2O	
e)	Cu - Zn	
f)	He - Ne	

10. $_{6}C$, $_{7}N$, $_{13}Al$, $_{15}P^{3-}$, $_{17}Cl^{-}$, HCl, NH_3 taneciklerin ve bileşiklerin Lewis elektron nokta yapılarını gösteriniz.

11. İndüklenmiş dipol bağları nasıl oluşur? Açıklayınız.

12. Aşağıda verilen bileşiklerin sistematik adlarını yazınız.

Bileşiğin Formülü	Bileşiğin Adı	Bileşiğin Formülü	Bileşiğin Adı
NaF		N_2O_5	
Al_2O_3		SO_3	
CuS		CCl_4	
NH_4Cl		$Fe(NO_3)_3$	
$CaSO_4$		NH_3	

13. Aşağıda verilen olayları fiziksel veya kimyasal değişim olarak sınıflandırınız.

a) Yaprağın sararması : ....

b) Yanma olayları : ....

c) Asit-baz tepkimeleri : ....

ç) Tuzun suda çözünmesi : ....

d) CO_2 gazının suda çözünmesi : ....

e) Şeker pancarından şeker eldesi : ....

f) Gökkuşağı oluşumu : ....

g) Metallerin elektriği iletmesi : ....

14. H_2O molekülündeki hidrojen bağları suya hangi özellikleri kazandırır?

15. Helyum atomu ve hidrojen moleküllerinin donma noktaları çok düşüktür. London kuvvetleri olmasaydı donma noktalarında ne gibi farklılıklar gerçekleşirdi?

Ç) Aşağıdaki cümleleri okuyarak yanlış ifadeleri belirleyiniz. Yanlış ifadelerin doğrusunu yazınız.

16. ☐ Üzerinde ortaklanmamış tek elektronu olan yüksek enerjili, kararsız kimyasal türlere radikal denir.

17. ☐ İki kimyasal tür arasında kurulan etkileşim, türün kimyasal ve fiziksel özelliklerini belirler.

18. ☐ London kuvvetleri, yalnızca apolar moleküller arasında görülür.

19. ☐ Van der Waals bağları, atomlar arası güçlü etkileşimlerdir.

20. ☐ Bağ enerjisi 40 kJ/mol'den küçük olan etkileşim türüne güçlü etkileşimler denir.

21. ☐ H_2O ile NH_3 molekülleri arasında yalnızca hidrojen bağları vardır.

22. ☐ Na_2SO_4 bileşiği hem iyonik hem de kovalent bağ içerir.

23. ☐ Hidrojen bağı, zayıf etkileşim sınıfındadır.

24. ☐ Çekme kuvvetlerinin itme kuvvetlerinden aşırı baskın olduğu durumlarda güçlü etkileşimler oluşur.

25. ☐ NaF'nin erime noktası ve iyonik bağ sağlamlığı NaCl'den daha büyüktür.

26. ☐ İyonik bileşiklerde metal ve ametal atomları arasındaki elektronegatiflik farkı arttıkça iyonik karakter azalır.

27. ☐ NaCl bileşiğinin Lewis elektron nokta yapısı $Na^{+}[:\ddot{\underset{..}{Cl}}:]^{-}$ şeklindedir.

D) Aşağıdaki kutularda verilen ifadeleri uygun olan boşluklara yazınız.

molekül	atom	3	polar	metalik bağ	hidrojen bağı	İyon	
1	radikal	2	apolar	pozitif	negatif	fiziksel	kimyasal
bağlayıcı elektron	bakır(I) oksit	bakır(II) oksit	dipol-dipol	eşleşmemiş elektron	dipol-indüklenmiş dipol		

28. Kimyasal türler atom, ………….., ………….., ……………. olarak sınıflandırılır.

29. NH_3 molekülünde ortaklanmış elektron çifti ………, ortaklanmamış elektron çifti …... tanedir.

30. Aynı ametal atomları arasında oluşan bağa …………….. kovalent, farklı ametaller arasında oluşan bağa …………….. kovalent bağ denir.

31. Negatif yüklü elektron denizi ile pozitif yüklü metal iyonları arasındaki elektrostatik çekim kuvvetlerine ……………… denir.

32. Bağ yapan atomlardan bağ elektronlarına sahip çıkma eğilimi büyük olan tanecik kısmi …………... yüklenir.

33. Bir molekülde bağ yapan elektronlara .... çiftleri denir.

34. Dipol dipol etkileşimlerin kopması maddenin .... özelliklerini değiştirir.

35. Cu_2O bileşiğinin sistematik adı ……………….., CuO bileşiğinin sistematik adı ……………..tir.

36. DNA'yı oluşturan nükleotitler arasında ……………… bulunur.

37. H_2S - CCl_4 molekülleri arasında …………………….. etkileşimleri görülür.

E) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

38. Aşağıda verilen moleküllerden hangisinin Lewis elektron-nokta yapılarının gösterimi doğrudur? ($_1H$, $_6C$, $_8O$, $_{17}Cl$, $_{18}Ar$)



39. Kimyasal türler arasındaki etkileşimlerle ilgili

I. Zıt yüklü iyonlar arasında güçlü etkileşimler oluşur.
II. Türler arasındaki zayıf etkileşimler sonucunda kimyasal bağ oluşur.
III. Kimyasal türler birbiriyle etkileşerek daha kararlı hâle gelirler.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

40. CO_2, BF_3, NF_3 bileşiklerinden hangileri apolardır? ($_5B$, $_6C$, $_7N$, $_8O$, $_9F$)



A) Yalnız CO_2 B) Yalnız BF_3 C) Yalnız NF_3
D) CO_2 ve BF_3 E) BF_3 ve NF_3

41.

Kimyasal Tür	Örnek
I. Atom	He, Ar
II. Molekül	Ne, H_2O
III. İyon	O^{2-} NH_4^+
IV. Radikal	•OH, $•CH_3$

Yukarıda bazı kimyasal türlere örnekler verilmiştir. Bu örneklerden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

42. I. NaCl II. $MgCl_2$ III. $AlCl_3$ IV. KCl

Yukarıda verilen bileşiklerin iyonik karakterlerinin artış sırası hangisinde doğrudur?

($_{11}Na$, $_{12}Mg$, $_{13}Al$, $_{17}Cl$,$_{19}K$)

A) I, II, III, IV B) III, II, I,IV C) I, III, II, IV D) II, I, III, IV E) IV, I, II, III

43. I. CCl_4

II. H_2O

III. CO_2

IV. CH_3OH



Yukarıdaki bileşiklerden hangilerinde, bileşik molekülleri arası dipol-dipol etkileşimleri vardır?

A) I ve IV B) II ve III C) II ve IV D) III ve IV E) II, III ve IV

44. Bazı atomların elektronegatiflik değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Atom	H	C	N	O	F
Elektronegatiflik	2,1	2,5	3,0	3,5	4,0

Buna göre aşağıda oluşan bağların hangisinde polarlık <u>en büyüktür?</u>

A) H - F B) C - F C) N - F D) O - F E) H - O

45. :Y:X:Y:
:Y:

Elektron nokta yapısı şekilde verilen kovalent bağlı bileşik için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) XY_3 molekülü apolar moleküldür.

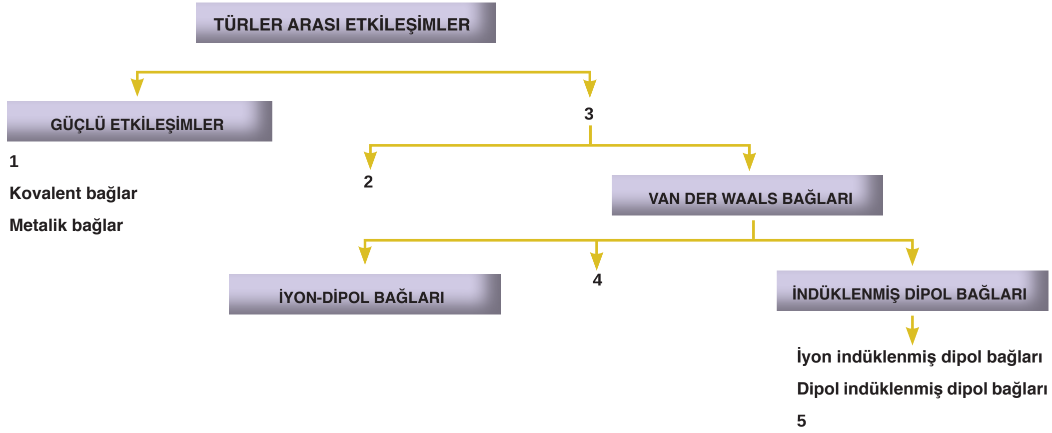
B) X elementi metal, Y elementi ametaldir.

C) Molekülün şekli üçgen piramittir.

D) Y elementi 6A grubundadır.

E) Üç tane ortaklaşmış elektron vardır.

46.



Türler arası etkileşimlerin sınıflandırılması yukarıda verilmiştir. Buna göre yukarıdaki şemada numaralarla gösterilen etkileşimler ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?

A) 1 Hidrojen bağlarıdır.

B) 2 İyonik bağlardır.

C) 3 London kuvvetleridir.

D) 4 Dipol-dipol bağlarıdır.

E) 5 Apolar kovalent bağlardır.

47. H_2O, CH_4, NaCl maddelerinin aralarında oluşturacağı bağlarla ilgili

I. H_2O - CH_4 Dipol-indüklenmiş dipol

II. NaCl - CH_4 İyon-indüklenmiş dipol

III. NaCl - H_2O İyon-dipol

yukarıda verilen etkileşim türlerinden hangileri doğrudur? ($_1H$, $_6C$, $_8O$, $_{11}Na$, $_{17}Cl$)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) II ve III E) I, II ve III

48. Aşağıda formülleri ve sistematik adları verilen bileşiklerin hangisi doğru adlandırılmıştır?

	Bileşiğin Formülü	Bileşiğin Adı
A)	MgS	Magnezyum sülfat
B)	$CaSO_4$	Kalsiyum sülfür
C)	Hg_2O	Cıva(I) oksit
D)	N_2O_5	Diazot tetraoksit
E)	AlF_3	Alüminyum triflorür

49. I. H_2O - NH_3

II. CCl_4 - CO_2

III. HF - CH_3OH

IV. NaCl - H_2O

Yukarıda belirtilen bileşik çiftlerinin hangilerinde hidrojen bağları görülür?

($_1H$, $_6C$, $_7N$, $_8O$, $_9F$, $_{11}Na$, $_{17}Cl$)

A) Yalnız I B) I ve III C) I, II, III D) I, III, IV E) II, III, IV

50.

Madde		Molekül İçi Bağlar	Moleküller Arası Bağlar
I.	CO_2	Polar kovalent	London kuvvetleri
II.	NH_3	Apolar kovalent	Hidrojen bağları
III.	CH_4	Polar kovalent	Hidrojen bağları
IV.	HCl	Polar kovalent	Dipol-dipol

Yukarıda verilen bileşiklerin molekül içi ve moleküller arası bağları ile verilenlerden hangileri doğrudur? ($_1H$, $_6C$, $_7N$, $_8O$, $_{17}Cl$)

A) I ve IV B) II ve III C) II ve IV D) III ve IV E) I, III ve IV

51. İyonik bileşiklerle ilgili aşağıda verilen yargılardan hangisi doğrudur?

A) İyonik bileşikler oda koşullarında katı ve sıvı hâlde bulunur.
B) İyonik bileşikler katı ve sıvı hâlde elektriği iletmezken sulu çözeltileri iletir.
C) İyonik bağı güçlü olan iyonik katıların erime noktaları düşüktür.
D) İyon bağının sağlamlığı, iyon yüklerinin büyüklüğü ile doğru orantılıdır.
E) İyon yükleri ve iyon yarıçapları küçük olan iyonik bileşikler suda çok çözünür.

52. Kovalent bağlarla ilgili aşağıda verilen yargılardan hangisi yanlıştır?

A) Kovalent bağ oluşurken atomlar son katmanlarındaki eşleşmemiş elektronlarını kullanır.
B) Kovalent bağlar; apolar kovalent ve polar kovalent bağlar olmak üzere ikiye ayrılır.
C) O_2, N_2, F_2, Cl_2 gibi moleküllerde atomlar arası bağlar apolar kovalent bağdır.
D) Bir molekülde bağ yapan elektronlara bağlayıcı elektron çiftleri denir.
E) İki atom arasında bir çift elektron ortaklaşa kullanılırsa ikili kovalent bağ oluşur.

53.

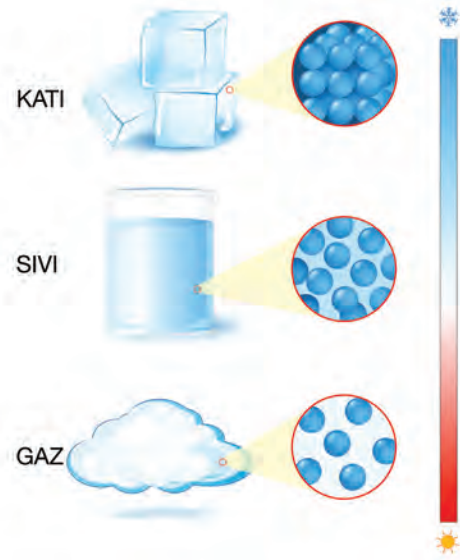
X																	
																Z	
	L															T	
Y																	

Yukarıda verilen periyodik cetvelde yerleri gösterilen X, Y, Z, T, L elementleri ile ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) X ile Z arasında XZ kovalent bileşiği oluşur.
B) L elementinin Lewis elektron-nokta gösteriminde eşleşmemiş iki elektron bulunur.
C) İyonik karakteri en büyük olan YZ bileşiğidir.
D) Y ile L arasında iyonik bileşik oluşur.
E) T_2 molekülünde apolar kovalent bağ vardır.

4. ÜNİTE

MADDENİN HÂLLERİ



ANAHTAR KAVRAMLAR

- Akışkanlık
- Amorf
- Avogadro Sayısı
- Basınç, Hacim
- Buhar Basıncı
- Buharlaşma
- Erime/Donma
- Genleşme
- İdeal Gaz
- Kaynama
- Kristal
- Mol
- Mutlak Sıcaklık
- Nem/Bağıl nem
- Plazma
- Süblimleşme/Kırağılaşma
- Viskozite

ÜNİTE BÖLÜMLERİ



4.1. MADDENİN FİZİKSEL HÂLLERİ

4.2. KATILAR

4.3. SIVILAR

4.4. GAZLAR

4.5. PLAZMA

Hayatımızdaki en değerli maddelerden biri de sudur. Su, doğada üç farklı hâlde bulunabilir. Bunlar; katı, sıvı ve gaz hâlleridir. Suyun katı hâli buzdur. Su katılaştığında diğer maddelerin tersine hacmi büyür. Bu nedenle buz suda yüzer. Su katılaştığında buz dibe çökseydi denizlerin ve okyanusların tabanı buz olurdu ve hayat olamazdı. Suyun doğadaki döngüsü hayatın en önemli unsurlarından biridir.

Katılar, amorf ve kristal hâlde bulunur. Cam ve plastik amorf, yemek tuzu, elmas, şeker, demir kristal katılardır. Sıvılar akışkan maddelerdir. Sıvıların akışkanlıkları arttıkça viskoziteleri azalır. Gazların en önemli özelliklerinden birisi sıkıştırılabilmeleridir. Bu özelliğinden dolayı gazlar; araç lastiklerinde, mutfak tüplerinde, çakmaklarda vb. kullanılır. Dünya atmosferi çok sayıda gazın karışımından oluşur. Bütün canlıların yaşamlarını sürdürebilmesi için oksijen (O_2) gazı gereklidir. Günümüzün en büyük problemlerinden biri küresel ısınmadır. Atmosferdeki CO_2 gazı oranının artması sera etkisine yol açmaktadır. Bu durum kutuplardaki buzulların erimesine, doğal dengenin bozulmasına yol açmaktadır. Bu ünitede maddenin farklı hâllerinin canlılar için önemi, katı, sıvı ve gazların özellikleri öğrenilecektir.

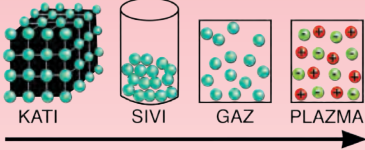


İÇERİK

- Maddenin farklı hâllerde olmasının canlı hayatı, endüstri ve çevre için önemi
- Katıların özelliklerini, yapılarını oluşturan türler arasındaki istiflenme şekli ve bağların gücü
- Sıvılarda viskozite
- Sıvılarda viskoziteyi etkileyen faktörler
- Sıvıların buhar basıncı ve moleküller arası etkileşim
- Kapalı kaplarda gerçekleşen buharlaşma-yoğuşma süreçleri üzerinden “denge-buhar basıncı” kavramı
- Doğal olayları açıklamada sıvılar ve özellikleri ile ilgili kavramlar
- Gazların basınç, sıcaklık, hacim, miktar özellikleri ve birimlerin ilişkisi
- Gazların davranışlarının, gaz kanunları ve kinetik teori ile ilişkisi
- Saf maddelerin hâl değişim grafikleri
- Plazma hâli

1. BÖLÜM

MADDENİN HALLERİ



Şekil 4.1: Maddenin hâlleri

BİLGİ KUTUSU

Standart şartlar (oda koşulları) 25 °C sıcaklık ve 1atm basınç koşullarıdır.

MADDENİN FİZİKSEL HÂLLERİ

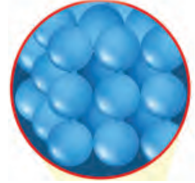
- *Doğada, su katı hâlde oksijen ise sıvı hâlde olsaydı canlılar yaşamını nasıl sürdürürdü?*
- *Canlılar maddenin farklı hâllerinden nasıl yararlanır?*
- *Suyun farklı hâlleri canlı hayatı, endüstri ve çevre için neden önemlidir?*

4.1.1. Maddenin Farklı Hâllerde Olmasının Canlılar ve Çevre için Önemi

Canlılar yaşamını sürdürürken birçok farklı maddeyle etkileşimde bulunur. İçeceklerin soğutulması için suyun katı hâli olan buz, inşaatlarda katı hâlde bulunan demir, motorlu araçlarda da sıvı ve gaz hâlde yakıtlar kullanılır. Canlılar, solunum yapmak için oksijen gazını; fotosentez yapmak için karbon dioksit gazını kullanır.

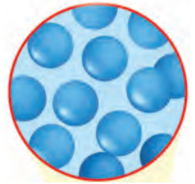
Çevredeki maddelerin bazıları katı, bazıları sıvı, bazılarının da gaz olduğu görülür. Bu durum maddelerin üç farklı hâlde bulunduğunu gösterir. Bunlar katı, sıvı ve gaz hâllerdir (Şekil 4.1). Bunların dışında maddenin plazma hâli de vardır. Standart şartlarda bakır, demir, altın, gümüş, şeker, tuz ve kum katıdır. Su, benzin, kolonya, sirke, zeytinyağı sıvıdır. Oksijen, azot, karbon dioksit, metan, LPG, helyum gaz hâlindedir. Güneş, diğer yıldızlar, magma tabakası, yanardağlardan fışkıran lavlar plazma hâlindedir.

Katı: Maddenin en düzenli ve en düşük enerjili hâlidir. Tanecikleri arasındaki çekim kuvvetleri büyük olduğundan, tanecikler birbirine sıkı bağlanmıştır. Bu nedenle maddenin diğer hâllerine göre tanecikler arası boşlukları en az olanıdır. Belirli hacim ve şekilleri vardır. Tanecikleri sadece titreşim hareketi yapar. Maddenin en yoğun hâlidir.



Katı hâl

Sıvı : Maddenin katı hâline göre daha düzensiz ve daha yüksek enerjili hâlidir. Tanecikleri arasındaki çekim kuvvetleri şekil kazandıracak kadar büyük olmadığından tanecikler arası boşluklar fazladır. Bu nedenle akışkan özellik kazanır. Sıvıların belirli şekli yoktur, bulunduğu kabın doldurduğu kısmının şeklini alır. Sıvı hâlin yoğunluğu katı hâlden küçük, gaz hâlden büyüktür. Tanecikleri titreşim ve öteleme (yer değiştirme) hareketi yapar.



Sıvı hâl

Gaz: Maddenin en düzensiz, en yüksek enerjili hâlidir. Tanecikleri arasındaki çekim kuvvetleri yok denecek kadar az olduğundan, tanecikler birbirinden oldukça uzakta bulunur ve birbirlerinden bağımsız hareket eder. Gaz tanecikleri birbirleriyle ve kabın çeperleriyle (iç yüzey) esnek çarpışmalar yapar. Tanecikleri arasındaki boşluklar çok büyük olduğundan sıkıştırılabilir. Gaz tanecikleri titreşim, öteleme ve dönme hareketi yapar. Belirli şekil ve hacimleri yoktur. Bulundukları kabı tamamen doldurarak, kabın şekil ve hacmini alır. Yoğunluğu en düşük hâldir. Birbirleriyle her oranda karışarak homojen karışımlar oluşturur.

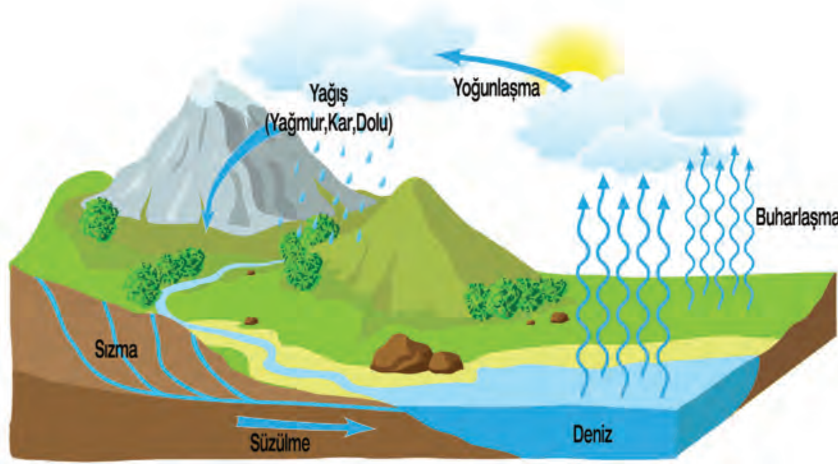


Gaz hâl

a) Suyun Doğadaki Döngüsü

Yaşamdaki en önemli maddelerden biri sudur. Dünya ve canlıların yapısının çok önemli bir kısmı sudan oluşur. Yeryüzündeki su miktarının yaklaşık %3'ü içilebilecek kalitede sudur.

Doğadaki su döngüsü yaşamın devamlılığını sağlar. Güneş ışınlarının etkisi ve bitkilerin terlemesiyle sıvı hâlden buharlaşan su buharı molekülleri atmosfere karışır ve bulutları oluşturur. Soğuk hava akımlarının etkisiyle yağış olarak (yağmur, kar, dolu vb.) yeryüzüne iner. Suyun hâl değiştirerek atmosfer ile yeryüzü arasındaki bu döngüsüne **doğal su döngüsü** denir. Bu döngü sayesinde su doğada yok olmaz (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: Doğal su döngüsü

Doğal su döngüsü, kirlenen suları arıtarak bu suları içilebilir ve kullanılabilir hâle getirir. Doğal su döngüsü; yeryüzündeki iklim ve bitki çeşitliliğini, yabani hayvanların göçlerini, insanların yerleşim yerlerini ve sosyal yaşamlarını etkiler. Doğal su döngüsünün bozulması birçok sorunun ortaya çıkmasına neden olur.

Su donduğunda suyun diğer maddelerin aksine hacmi artar yoğunluğu azalır. Bu nedenle buz suda yüzer. Göl ve denizler donduğunda yüzeyde bir buz tabakası oluşur. Bu durum buzun altında kalan suyun sıcaklığının belirli bir seviyede kalmasını sağlar. Böylece deniz ve göllerde buz tabakasının altında kalan suda canlı hayat devam eder.

Suyun sıvı hâli canlı hayatı için çok önemlidir. Canlılar, su ihtiyaçlarının önemli bir kısmını suyun sıvı hâli ile giderir. Yüksek dağlardaki kar ve buzullar eridikçe sıvı su; yer çekiminin etkisiyle akarak dereleri ve nehirleri oluşturur. Akarsular geçtiği yerlere hayat verir. Okyanus, deniz, göl ve akarsular; ulaşımın gerçekleştirilmesi, sportif faaliyetler ve enerji üretimi gibi birçok alanda kullanılır.

b) LPG, İtici Gaz, LNG ve Soğutucu Gazlar

LPG (Liquid Petroleum Gas; Sıvılaştırılmış Petrol Gazı)

LPG ham petrolün rafinerilerde işlenmesi esnasında veya petrol yataklarının üzerinde bulunan doğal gazın ayrıştırılması ile elde edilir. Normalde gaz hâlde olan bu maddeler basınç altında sıkıştırılarak depolandığında sıvı hâle geçerler.

LPG; renksiz, kokusuz, havadan ağır ve yanıcıdır (Resim 4.1). Sızıntılarda insanlar tarafından koku yoluyla algılanmasını kolaylaştırmak için rafinerilerde koku veren gazlar eklenir. Bileşimi genelde %70 bütan (C_4H_{10}), %30 propan (C_3H_8) içerir. Yaklaşık 250 litre hacim kaplayan petrol gazı sıkıştırılarak sıvı hâle getirildiğinde 1 litre LPG'ye dönüşür. Bu sebeple LPG çelik tüplerle taşınır ve kullanılır.



Resim 4.1: LPG'nin yanması

LPG havadan daha yoğundur, bu nedenle sızıntı ve kaçak durumlarında zemine yakın yerde daha çok birikir. LPG kimyasal yapısından dolayı diğer yakıt türlerine göre; daha çevreci, verimli ve yüksek enerjili bir yakıttır.

İtici gazlar



Resim 4.2: İtici gaz

Deodorant ve spreylerde kullanılan gazlar atmosfer basıncından daha yüksek basınca sahip sıvılaştırılmış gazlardır (Resim 4.2). Çoğunlukla itici gaz olarak önceleri kloroflorokarbon (CFC) bileşikleri kullanılıyordu. Kloroflorokarbon gazları ozon tabakasının incelmesine neden olduğundan bu gazların kullanımı yasaklanmıştır. Bu gazların yerine hidrokarbonlar (n–bütan, izobütan, propan), N_2O, CO_2 karışımları gibi gazlar kullanılmaya başlanmıştır.

İtici gazlar basınç altında sıkıştırılarak küçük hacimli özel kaplara konulabilir. Günümüzde çevre ile dost LPG, itici gaz olarak kullanılmaktadır. İtici gaz olarak kullanılan maddelerin renksiz ve kokusuz olmasına, toksik olmamasına dikkat edilmelidir.

LNG (Liquid Natural Gas; Sıvılaştırılmış Doğal Gaz)



Resim 4.3: LNG gazının tanklarla taşınması

LNG renksiz, kokusuz ve zehirsiz sıvıdır. –163 °C'de yoğunlaştırılarak sıvı hâle getirilmiş doğal gazdır. LNG'nin %90'ı metan (CH_4) gazıdır. Metanın yanında etan, propan, bütan hidrokarbonlarını içeren yakıt türüdür. Doğal gaz sıvılaştırıldığında hacmi yaklaşık 600 kat küçülür. Doğal gaz genellikle boru hatlarıyla taşınır. Boru hatlarıyla taşınmasının mümkün olmadığı yerlerde özel yapılmış çelik tanklarla taşıma yapılır (Resim 4.3).

Soğutucularda Kullanılan Gazlar (Soğutucu Akışkanlar)

Maddenin sıvı hâlden gaza, gaz hâlden sıvıya geçiş özelliğinden yararlanarak günümüzdeki soğutucular yapılmıştır.

Ortamdan ısı alarak buharlaşan ve ortam sıcaklığını düşüren maddelere **soğutucu akışkanlar** denir. Soğutucu akışkan olarak kullanılan maddenin basınçla sıvılaştırılabilmesi ve üzerindeki basınç kaldırıldığında genleşerek buhar hâline geçmesi gerekir.

Soğutucu akışkanların kritik sıcaklıklarının yüksek, kaynama noktalarının düşük olması gerekir.

Soğutucu akışkan olarak kullanılan bazı maddelerin kritik sıcaklıkları ve kaynama noktaları aşağıda verilmiştir.

BİLGİ KUTUSU

*Bir gazın basınçla sıvılaşabildiği en yüksek sıcaklığa **kritik sıcaklık** denir.*

Madde	Kritik Sıcaklık (°C)	Kaynama Noktası (°C)
Cl_2	144	–34,6
NH_3	132,4	–33,34
CCl_2F_2 (Freon-12)	420	–29,8
Puron gazı	73	–53

Eskiden beri soğutucu akışkan olarak kullanılan Cl_2 ve NH_3 gazlarının zehirli olmasından ve Freon-12'nin ise ozon tabakasına zarar vermesinden dolayı kullanımları yasaklanmıştır. Günümüzde Puron adı verilen soğutucu akışkan kullanımı yaygınlaştırılmaya çalışılmaktadır.

Soğutma sistemleri çalışırken iki temel kural vardır. Bunlar; genleşen gazın soğuması ve yeterince soğuyan gazların sıvılaşması ile birbirine yaklaştırılan farklı sıcaklıktaki iki nesneden sıcak olanın soğuyup, soğuk olanın ısınması ilkeleridir.

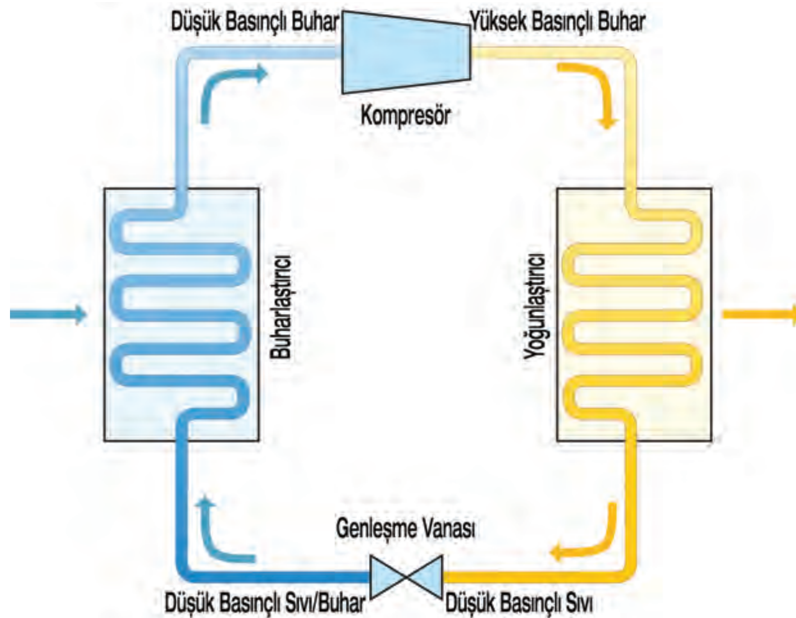
Günlük hayattada kullanılan buzdolabı, klima ve daha büyük tesislerde kullanılan ısı pompaları soğutma çevrimi ile çalışır. Buzdolaplarının arka kısmında bulunan kompresör elektrik akımı ile çalışarak soğutucu gazı sıkıştırır. Böylece gazın basıncı ve sıcaklığı artar. Bu gaz buzdolabı içine döşenmiş boru sisteminde genleşir ve buharlaşır. Buharlaşma sırasında sıvı ısıyı soğurur ve gaz molekülleri kendi öz enerjilerini kullanarak buzdolabı içindeki ortamı soğutur.

Genleşmiş gaz, dolaşım sistemi ile kompresöre gelerek aynı çevrime tekrar girer.

Soğutucu Akışkanların Özellikleri

- Kritik sıcaklığı yüksek, kaynama noktası düşük olmalıdır.
- Yanıcı ve zehirli olmamalıdır.
- Çevreye zarar vermemelidir.
- Uygulanabilir bir basınçla buharlaşmalı ve sıvılaşabilmelidir.
- Kimyasal olarak aktif olmamalı, dolaşım sistemindeki metallerle reaksiyona girmemelidir.
- Kolay bulunur ve ekonomik olmalıdır.
- Oda koşullarında buhar hâlinde olmalıdır.
- Enerji tüketimi az olmalıdır.

Buzdolabının çalışma sistemi ve soğutucu akışkanın buharlaşma ve yoğuşma süreçleri Şekil 4.3' te verilmiştir.



Şekil 4.3: Buzdolabı çalışma ilkesi

c) Havadan Azot ve Oksijen Eldesi

Atmosfer birçok gazın karışımından oluşur. Kuru havanın hacimce %99'dan fazlasını azot ve oksijen gazları, geri kalan %1'lik kısmını ise argon, karbon dioksit, hidrokarbonlar ve diğer gazlar oluşturur. Havada büyük oranda azot ve oksijen gazı bulunduğundan bilim insanları havadan azot ve oksijen gazlarını elde etme yöntemlerini araştırmışlardır.

Azot (Resim 4.4) ve oksijen gazlarını elde etmek için öncelikle hava soğutulup sıkıştırılarak sıvı hâle getirilir. Bir atmosfer basınçta oksijenin kaynama noktası –183 °C, azotun kaynama noktası –195,8 °C'dir. Sıvılaştırılmış havadaki azot ve oksijen gazları kaynama noktaları farkından yararlanılarak ayrımsal damıtma ile ayrılır. Sıvı havadan önce, kaynama noktası düşük olan azot gazı sonra oksijen gazı ayrılır. Elde edilen azot ve oksijen gazları özel çelik kaplarda depolanır. Böylece havadaki azot ve oksijen gazları ayrılmış olur. Endüstride bu yöntemle ayırma işlemi yapılmaktadır.

Oksijen gazı; endüstride kaynakçılıkta ve çelik üretiminde, tıpta ve farklı birçok alanda kullanılır. Azot hem sıvı hem de gaz hâlde kullanılır. Gübre sanayisinde, tıpta, gıda sanayisinde gıdaların korunmasında, otomobil ve uçak lastiklerinin şişirilmesinde, ani soğutma gerektiren işlemlerde ve daha birçok alanda kullanılmaktadır.



Resim 4.4: Sıvı azot

2. BÖLÜM

KATILAR

- *Katıları oluşturan tanecikler nasıl istiflenir?*
- *Katıların istiflenmesi rastgele mi yoksa belirli bir düzene göre mi olur?*
- *Katılar istiflenirken tanecikleri hangi kuvvetlerle birbirine tutunur?*

4.2.1. Katıların Özellikleri, İstiflenme Şekli ve Bağların Gücüyle İlişkileri



Resim 4.5: Suyun katı ve sıvı hâli

Katılarda moleküller hemen hemen hiçbir hareket serbestliği olmadan belli bir konumda sabit tutulur. Birçok katı uzun sıralı bir düzen ile karakterize edilir başka bir deyişle moleküller üç boyutlu bir yapıda düzgün bir şekilde istiflenir. Katılardaki boşluk sıvılardakinden azdır. Katılar neredeyse hiç sıkıştırılamazlar, belli bir şekil ve hacme sahiptirler. Birkaç istisna dışında (en önemlisi su) bir maddenin katı hâlinin yoğunluğu daima sıvı hâlinin yoğunluğundan fazladır. Bu iki hâlin beraberce mevcut olduğu birçok durum vardır. Bir bardak suda yüzen bir buz kalıbı buna tipik bir örnektir (Resim 4.5).

a) Katıların Sınıflandırılması

Sıvılar belirli bir noktaya kadar soğutulursa moleküllerinin hızları ve kinetik enerjileri azalır. Moleküller arası çekim kuvvetlerinin etkisiyle madde düzenli bir yapıya geçerek katı hâle gelir. Katılar genel olarak "amorf ve kristal" olmak üzere ikiye ayrılır. Oluşan katıların özellikleri atom ve molekülleri bir arada tutan çekim kuvvetlerine bağlıdır. Kristal katılarda atom, iyon ve moleküller düzenli bir şekilde istiflenmiştir. Amorf (şekilsiz) katılarda ise atom, iyon veya moleküller rastgele yığılmışlardır. Kristal katılar sabit sıcaklıkta erirler, amorf katılar ise belli bir sıcaklık aralığında gitgide yumuşayarak akıcılık kazanırlar. Kristallerin şekli ve büyüklüğü kristallenme ortamına ve süresine bağlıdır. Kristallenme süresi arttıkça büyük kristaller oluşur.



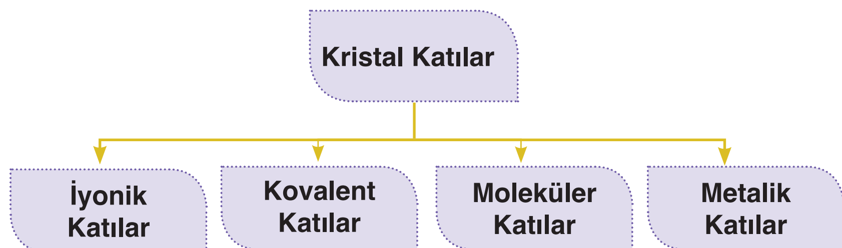
Resim 4.6: Cam ve plastik

Amorf katılar

Atom, iyon ve moleküllerin rastgele yığıldığı, eritilmedikçe veya kesilmedikçe belirli bir şekli olmayan katılardır. Isıtıldıklarında belli bir sıcaklık aralığında yumuşayarak akıcı hâle gelirler. Amorf katıların yumuşamaya başladığı bu sıcaklığa **camsı geçiş sıcaklığı** denir. Örneğin cam ısıtıldığında önce yumuşar sonra akıcı olur. Akıcı hâle gelen cama çeşitli şekiller verilebilir. Cam kırıldığında, cam parçaları eritilerek tekrar şekil verilip kullanılabilir. Cam, parafin, lastik, tereyağı ve plastik amorf katılara örnektir (Resim 4.6).

Kristal katılar

Kristallerin yapıları ve özellikleri; tanecikleri bir arada tutan kuvvetlere bağlıdır. Kristal katılar dört gruba ayrılır.



İyonik katılar

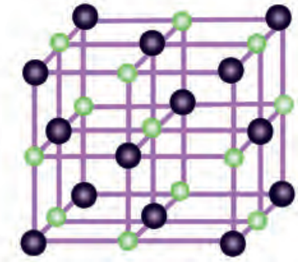
Anyon ve katyonların elektrostatik çekim kuvveti ile birbirini çekmesi sonucunda oluşan kristal katılardır (Resim 4.7).

İyonik kristallerde her iyonun çevresini zıt yüklü iyonlar çevirir böylece kristal örgü oluşur. Bu kristallerde iyonlar birbirine çok yakın ve düzenli şekilde istiflenerek belirli geometrik bir yapı oluşturur. Örneğin sodyum klorür (NaCl) bileşiğinin kristal örgüsünde her Na^+ iyonunun çevresinde 6 tane Cl^- iyonu, her bir Cl^- iyonunun çevresinde 6 tane Na^+ iyonu vardır (Şekil 4.4).

İyonik katılar NaCl'de olduğu gibi kristal ağ örgüsü oluşturur. Sıvı hâlleri ve sulu çözeltileri serbest iyon hareketiyle elektriği iletirken iyonik katılar elektriği iletmez. İyonik kristallerin erime noktaları yüksektir. İyonik kristaller kırılgandır. Basınç uygulandığında kristal örgü bozulur, birbirine doğru yaklaşan aynı yüklü iyonlar arasındaki itme kuvveti nedeniyle katı, kristal düzlemi denilen belirli yüzeyler boyunca kırılır.



Resim 4.7: NaCl iyonik kristali



Şekil 4.4: NaCl'ün birim hücre yapısı

Kovalent katılar

Kovalent katılarda katıyı oluşturan atomlar kovalent bağlarla birbirine tutunurlar. Atom veya moleküllerin kovalent bağlarla bağlanarak oluşturdukları yapılara **kovalent kristaller** denir. Kristal içinde kovalent bağlar üç boyutlu bir ağ yapısı oluşturur. Bu ağ yapı, kristallerin çok sert ve erime noktalarının yüksek olmasına sebep olur. Örneğin elmas ve grafit, silisyum dioksit (SiO_2- kuvars), silisyum karbür (SiC), silisyum nitrür (Si_3N_4) ağ örgülü kovalent katılardır.

Moleküler katılar

Moleküler katıların yapı birimleri moleküllerdir. Kristallerinin moleküllerden oluştuğu katılara **moleküler kristaller** denir. Bu moleküller arasındaki çekim kuvvetleri London kuvvetleri, dipol-dipol etkileşimleri ve hidrojen bağlarıdır. I_2 (iyot), kuru buz (katı CO_2), S_8 (kükürt), $C_{10}H_8$ (naftalin), H_2O (buz), $C_6H_{12}O_6$ (glikoz) gibi katılar moleküler katılardır (Resim 4.8). Moleküler katılar yumuşak olup bunların erime ve kaynama noktaları düşüktür. Bu katılar kolaylıkla hâl değiştirebilir ve elektrik akımını iletmez.



a) Buzun kristal yapısı

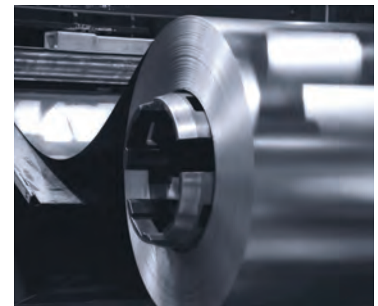


b) Şekerin kristal yapısı

Resim 4.8: Buzun ve şekerin kristal yapısı

Metalik katılar

Metalik katılar, kararlı metal katyonları ile metal atomlarının değerlik elektronlarının oluşturduğu elektron denizi arasındaki çekim kuvveti ile oluşur. Metal kristalleri, bilyelerin üst üste istiflenmesi gibi basit yapılar oluşturur. Katıların en kararlı ve düzenli hâli metalik kristallerdir. Metalik katılar; ısı ve elektriği ileten, parlak, sert ve dayanıklı, tel ve levha hâline gelebilen, erime ve kaynama noktaları genellikle yüksek olan kristallerdir (Resim 4.9).



Resim 4.9: Metal

Tablo 4.1: Kristal Katı Türleri

KRİSTAL	ETKİLEŞİM TÜRÜ	TANECİKLER	ÖZELLİKLER	ÖRNEKLER
İyonik	Katyon ve anyonlar arasındaki elektrostatik çekim kuvvetleri	Katyon ve anyonlar	Erime ve kaynama noktası yüksek, sert ve kırılgan, katı hâlde elektriği iletmez.	NaCl, CaO, MgO, KCl, NaBr
Kovalent	Kovalent bağ	Atomlar	Erime noktası çok yüksek, sert (grafit yumuşak), genellikle elektriği iletmez (grafit hariç).	Elmas, grafit, SiO_2 (kuvars), SiC (Silisyum karbür)
Moleküler	Van der Waals, hidrojen bağları	Moleküller	Erime noktası düşük, yumuşak, elektriği iletmez.	H_2O, I_2, P_4, S_8, $C_6H_{12}O_6$
Metalik	Metalik bağlar	Pozitif iyonlar ve serbest elektronlar	Erime noktası oldukça yüksek, sert veya yumuşak, ısı ve elektriği iletir. İşlenebilir.	Na, Mg, Fe, Cu, Sn gibi tüm metaller ve alaşımlar

b) Günlük Hayatta Sıkça Karşılaşılan Tuz, İyot, Elmas ve Çinko Gibi Katıların Taneciklerini Bir Arada Tutan Kuvvetler

Bir katıdaki atom, molekül ve iyonlar farklı tiplerdeki bağlarla bir arada tutulur. Bu tanecikleri bir arada tutmak için iyonik katılarda elektrostatik kuvvetler, moleküler katılarda moleküller arası kuvvetler, kovalent katılarda kovalent bağlar sorumludur. Metal atomlarının bir arada bulunmasından ise metalik bağ sorumludur (Tablo 4.1).

Tuz, iyot, elmas ve çinko gibi katıların taneciklerini bir arada tutan kuvvetler

Tuzlar: Artı ve eksi yüklü iyonlar arasındaki elektrostatik çekim kuvvetleriyle oluşur.

İyot (I_2): İyot molekülleri birbirine London kuvvetleriyle tutunur.

Elmas: Çok sayıda karbon atomunun birbirine kovalent bağlarla bağlanarak oluşturduğu ağ örgülü kovalent katıdır.

Çinko (Zn): Çinko metalinde, çinko atomlarını bir arada tutan kuvvetler güçlü metalik bağlardır.

Tuz, iyot, elmas ve çinko; kristal örgü yapılı katılardır. Bu kristal örgülü katılardan NaCl, elmas ve grafitin kristal örgü yapısı ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

c) NaCl Bileşiğinin Kristal Örgü Yapısı

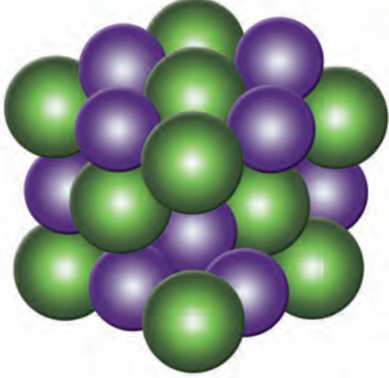
Yemek tuzu gözümüze toz gibi görünse de aslında küp şeklindeki küçük kristallerden oluşur. Yemek tuzunun bu kübik yapısı, NaCl bileşiğinin kristalize yapısından kaynaklanır.

İyonik bileşiklerin formülleri çoğu zaman kaba formülleri ile aynıdır. Çünkü iyonik bileşikler bağımsız molekül birimlerinden oluşmaz.

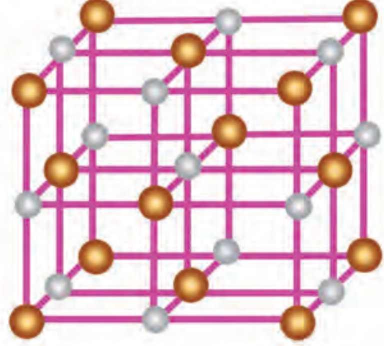
Katı sodyum klorür üç boyutlu ağ örgü yapıda dizilmiş eşit sayıda Na^+ ve Cl^- iyonlarından oluşur. Böyle bir bileşikte katyonların anyonlara oranı 1/1 olup bileşik elektriksel açıdan yüksüzdür. NaCl'deki Na^+ iyonları sadece belli bir Cl^- iyonuna bağlı değildir; aslında Na^+ iyonlarının her birinin etrafında altı tane Cl^- iyonu vardır, ayrıca bunun tersi de geçerlidir.

Yani her Cl^- iyonu altı tane Na^+ iyonu ile sarılmıştır. Bu nedenle, NaCl formülü sodyum klorürün basit formülüdür.

Katyon ve anyonlar bileşikte elektriksel açıdan nötr olacak şekilde dizilir. İyonik bileşiklerin formülleri yazılırken katyon ve anyonların yükleri gösterilmez (Şekil 4.5 a,b).



a) NaCl'ün örgü yapısı



b) NaCl'ün birim hücre yapısı

Şekil 4.5: Katı NaCl bileşiğinin örgü ve birim hücre yapısı

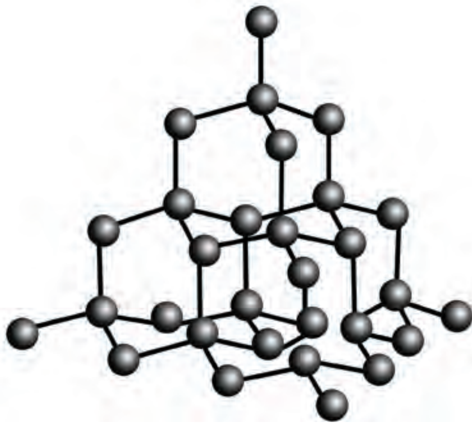
ç) Elmas ve Grafitin Kristal Örgü Yapısı

En iyi bilinen kovalent kristaller, karbon atomunun allotropları olan elmas ve grafittir. Elmasta her karbon atomu düzgün dört yüzlü olarak diğer dört karbon atomuna kovalent bağ ile bağlıdır (Şekil 4.6 a). Üç boyuta yayılmış kuvvetli kovalent bağlar, elmasın olağanüstü sertlik (bilinen en sert madde) ve yüksek erime noktasında (3550 °C) bir kristal olmasını sağlar. Elektriği iletmemekle birlikte çok yüksek sıcaklıklara çıkılmadıkça erimez.

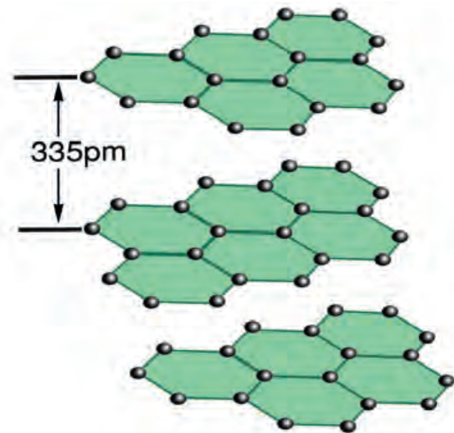
Grafitteki kristal yapıda ise karbon atomları altıgen halkalar şeklinde dizilmiştir (Şekil 4.6 b). Grafitteki bazı elektronlar serbestçe hareket ettiklerinden dolayı elektriği iletir. Grafitin yapısında zayıf bağlar (London kuvvetleri) etkili olduğundan elmasa göre çok yumuşaktır. Grafit, ayrıca kurşun kalemlerde, bilgisayar kaydedicilerinin ve daktiloların şeritlerinde de kullanılmaktadır. El feneri gibi aydınlatma araçlarında kullanılan pillerin merkez elektrotu grafitten yapılır. Grafitin katı hâli ve yağdaki süspansiyonu iyi bir yağlayıcıdır.

BİLGİ KUTUSU

Allotrop; *aynı elementin farklı molekül yapılarına denir.*
Oksijen gazı (O_2)-Ozon gazı (O_3) oksijenin, elmas, grafit ve fullerenler karbonun allotroplarıdır.



a) Elmas



b) Grafit

Şekil 4.6 : Elmas ve grafit allotroplarının ağ örgülü yapıları

3. BÖLÜM

SIVILAR

- *Sıvıların viskozitesi sıcaklıkla nasıl değişir?*
- *Farklı sıvıların aynı sıcaklıkta viskoziteleri aynı mıdır?*

BİLGİ KUTUSU

Kohezyon kuvvetleri: Sıvının molekülleri arasındaki kuvvetlere kohezyon kuvvetleri denir.
Adhezyon kuvvetleri: Sıvının temas ettiği yüzey ile sıvı molekülleri arasındaki kuvvetlere adhezyon kuvvetleri denir.

4.3.1. Sıvılarda Viskozite

Bir sıvının akmaya karşı gösterdiği dirence **viskozite** denir. Viskozite moleküller arası kuvvetlerle ilgili olan bir özelliktir. Moleküller arası çekim kuvvetleri arttıkça viskozite büyür. Bir sıvı akarken bu sıvının bir bölümü komşu bölümlere göre daha hareketlidir. Bu sıvının içindeki kohezyon kuvvetleri akış hızını düşüren bir "iç sürtünme" yaratır.

Su ve etil alkol gibi viskozitesi düşük olan sıvılarda bu etki zayıftır. Bunlar kolayca akar. Bal ve ağır motor yağları gibi sıvılar çok daha yavaş akar. Çünkü viskoziteleri büyük akışkanlıkları küçüktür. Moleküllerin kinetik enerjileri arttıkça moleküller arası çekim kuvvetleri azalacağından, genel olarak sıcaklık arttıkça viskozite azalır. 20 °C'de bazı sıvıların viskoziteleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: Sıvıların Viskozitesi

Sıvı	Viskozite (Pa.s)
Su	$1{,}01.10^{-3}$
Zeytinyağı	$8{,}10.10^{-2}$
Gliserin	1,49
Etanol	$1{,}20.10^{-3}$
Cıva	$1{,}55.10^{-3}$

4.3.2. Sıvılarda Viskoziteyi Etkileyen Faktörler

a) Viskozitenin Moleküller Arası Etkileşimlerle İlişkisi

Moleküller arası kuvvetleri büyük olan sıvıların viskoziteleri, moleküller arası kuvvetleri küçük olan sıvıların viskozitelerinden büyüktür. Suda moleküller arası kuvvetler suyun güçlü hidrojen bağı yapabilmesinden dolayı büyüktür.

Su, glikol (etandiol) ve gliserin (propantriol) bileşiklerinde, gliserindeki hidrojen bağları sudan ve glikolden çok daha güçlüdür (Şekil 4.7). Aynı şekilde glikoldeki hidrojen bağları da sudan güçlüdür. Bu nedenle viskozitesi en büyük olan gliserin, en düşük olan da sudur. Gliserin hidrojen bağı yapabilecek üç tane –OH grubu, glikol iki tane –OH grubu, su ise bir tane –OH grubu içermektedir.

H-OH
Su

CH_2 - OH
CH_2 - OH
Glikol

CH_2 - OH
CH - OH
CH_2 - OH
Gliserin

Şekil 4.7: Su, glikol ve gliserinin yapıları

b) Farklı Sıvıların Viskoziteleri ile Sıcaklık İlişkisi

Sıcaklık arttıkça viskozite azalır. Günlük hayatta birçok olayda viskozitenin sıcaklıkla değişimi görülür (Tablo 4.3). Dondurma soğuk iken akmadan durur (Resim 4.10). Sıcaklığı arttıkça erimeye başlar, yani viskozitesi azalır. Yolları asfaltlarken kullanılan ziftin kolay yayılması için zift sıcak olarak dökülür. Sıcak ziftin viskozitesi düşüktür. Soğudukça ziftin viskozitesi artar (Resim 4.11). Kış aylarında sıcaklığın azalmasıyla balın akışkanlığı azalır, viskozitesi artar. Bu sebeple bal, konulduğu kaptan zor akar.

Tablo 4.3: Suyun Farklı Sıcaklıklardaki Viskoziteleri

Sıcaklık (°C)	Viskozite (Pa.s)
20	$1{,}01.10^{-3}$
30	$7{,}98.10^{-4}$
40	$6{,}53.10^{-4}$



Resim 4.10: Dondurma



Resim 4.11: Asfalt yol yapımı

c) Farklı Sıcaklıklarda Su, Gliserin ve Zeytinyağının Viskoziteleri

Günlük hayatta birçok sıvının akışkanlığı ve viskozitesi birbirinden farklıdır. Sıcaklık değiştikçe maddelerin viskoziteleri değişir.

4.1 Etkinlik



Etkinliğin Adı: Sıvıların Farklı Sıcaklıktaki Viskoziteleri

Etkinliğin Amacı: Sıvıların farklı sıcaklıktaki viskozitelerini kıyaslayabilmek

Etkinliğin Süresi: 40 dakika

Araç ve Gereçler

- Gliserin, Su, Zeytinyağı
- Kronometre, Demir bilye
- 3 adet mezür (100 mL)

Uygulama Aşamaları

1. 25 °C sıcaklıkta mezürlerin her birine 100’er mL su, gliserin ve zeytinyağı sıvılarını koyunuz. Mezürlerin her birine sırayla demir bilyeyi sıvı yüzeyinden yavaşça bırakınız (Şekil 4.8).
2. Bırakma anından demir bilyenin mezürün tabanına değdiği ana kadar geçen süreyi kronometre ile kaydediniz. Bu işlemi bütün sıvılara ayrı ayrı uygulayınız. Verileri aşağıdaki tabloya kaydediniz.
3. Sıvıların sıcaklıklarını 40 °C’ye getirerek aynı işlemleri tekrarlayınız.

	Sıvılar	Su	Gliserin	Zeytinyağı
25 °C	Süre (s)	…….	…….	…….
40 °C	Süre (s)	…….	…….	…….



Şekil 4.8: Sıvı dolu mezür içine atılan bilye

Etkinliğin Değerlendirmesi

1- Demir bilyelerin, mezürün tabanına ulaşma süreleri farklı mıdır?
2- Farklı ise nedenini açıklayınız. 25 °C ve 40 °C’de yapılan ölçümleri karşılaştırınız.
3- Sıvıların viskozitesi nasıl değişir?

4.3.3. Sıvıların Buhar Basıncının Moleküller Arası Etkileşimlerle İlişkisi

Bir sıvıya ait taneciklerin sıvı yüzeyine yaptıkları basınç sıvının buhar basıncıdır. Saf sıvılar için aynı sıcaklıkta buhar basıncı ayırt edici özelliktir. Buhar basıncı sıcaklık arttıkça artar. Buhar basıncının dış basınca (atmosfer basıncına) eşit olduğu sıcaklık, kaynama sıcaklığıdır.

Sıvılarda moleküller arası çekim kuvvetleri arttıkça aynı ortamdaki kaynama noktaları da artar. Aynı şartlarda moleküller arası çekim kuvvetleri arttıkça buhar basıncı azalır. Kaynama noktası yüksek olan sıvıların aynı sıcaklıktaki moleküller arası çekim kuvvetleri büyük, buhar basınçları düşük olur.

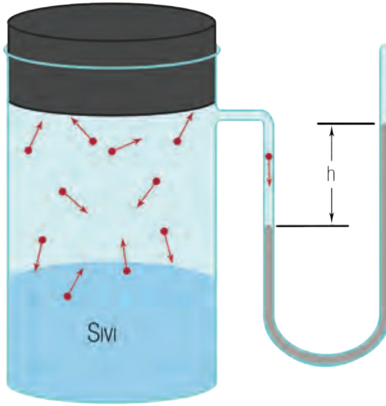
Örneğin saf su, etandiol (glikol) ve benzen moleküllerinin kaynama noktaları, buhar basınçları ve moleküller arası etkileşimleri Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4: Bazı Bileşiklerin Moleküller Arası Etkileşim ve Buhar Basıncı Değerleri

	Saf su (H_2O)	Etandiol ($C_2H_6O_2$)	Benzen (C_6H_6)
Kaynama noktası	100 °C	197,3 °C	80,1 °C
25 °C'de buhar basıncı	23,8 mmHg	1 mmHg	95,1 mmHg
Moleküller arası etkileşim	Hidrojen bağı	Hidrojen bağı	London kuvvetleri

Tablo 4.4'teki verilere göre aynı sıcaklıkta buhar basıncı en büyük olan benzen, en küçük olan etandiol bileşiğidir. Moleküller arası çekim kuvvetleri en büyük olan etandiol, en küçük olan ise benzendir. Sonuç olarak sıvılarda moleküller arası çekim kuvvetleri arttıkça buhar basıncı azalır.

4.3.4. Kapalı Kaplarda Gerçekleşen Buharlaşma - Yoğuşma Süreçleri ve Denge - Buhar Basıncı

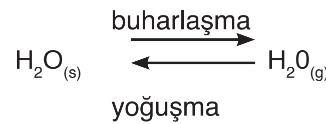


Şekil 4.9: Sıvı-buhar dengesi

Hareket hâlinde olan sıvı tanecikleri birbiriyle sürekli çarpışır. Bu çarpışmalar sonucu sıvı yüzeyinde bulunan yüksek enerjili sıvı taneciklerinin gaz hâle geçmesine **buharlaşma** denir. Buharlaşma her sıcaklıkta ve sıvı yüzeyinde gerçekleşir. Buharlaşma olayı endotermik (ısı alan) bir olaydır.

Nemli çamaşırların kuruması, ele dökülen kolonyanın buharlaşması, denizden çıkınca deri üzerindeki suyun vücuttan ısı alarak buharlaşması, sebzelerin kurutulması; günlük hayatta gözlemlenebilen buharlaşma olaylarından bazılarıdır.

Bir maddenin ısı vererek gaz ya da buhar hâlden sıvı hâle geçmesine **yoğunlaşma (yoğuşma)** denir. Yoğuşma buharlaşmanın tersi olup ekzotermik (ısı veren) bir olaydır. Yağmurun oluşması, soğuk su şişesinin buzdolabından çıkarılınca dışının buğulanması, yemek yapılan tencere kapaklarında su damlacıklarının oluşması gibi olaylar yoğuşma örnekleridir.



Ağzı açık bir kaba konulan sıvı buharlaştıkça sıvı miktarı azalır. Kabın ağzı kapatıldığında, sabit hacimli kapalı bir kapta bulunan sabit sıcaklıktaki saf sıvı buharlaşırken buhar molekülleri sayısı artar. Bir süre sonra birim zamanda buharlaşan molekül sayısı ile yoğunlaşan molekül sayısı eşit olur ve sıvı-buhar dengesi kurulur (Şekil 4.9). Sıvısı ile dengede bulunan buhar taneciklerinin yaptığı basınca **denge buhar basıncı** denir.

Denge buhar basıncı moleküller arası çekim kuvvetine, sıvının türüne, sıvının saflığına ve sıcaklığına bağlı; sıvı yüzeyinin genişliğine, ortamın basıncına (atmosfer basıncına) ve sıvı miktarına bağlı değildir (Tablo 4.5).

Tablo 4.5: Değişik Sıcaklıklarda Suyun Buhar Basıncı

Sıcaklık (°C)	Basınç (mmHg)
0	4,6
10	9,2
25	23,8
50	92,5
70	233,7
100	760,0

a) Kaynamanın Dış Basınca Bağlılığı

Bir sıvı atmosfere açık bir kapta ısıtılıp, belirli bir sıcaklığa ulaştığında yalnız yüzeyinde değil tüm sıvıda buharlaşma oluşur. Sıvı içindeki buhar kabarcıkları yüzeye çıkar ve uzaklaşır. Uzaklaşan bu moleküllerin oluşturduğu buhar basıncının sıvı üzerindeki atmosfer basıncına eşit olduğu olaya **kaynama** denir. Kaynama sırasında alınan enerji sıvı hâldeki molekülleri buhar hâline dönüştürmek için kullanılır. Kaynama anındaki saf sıvılarda tüm sıvı tükeninceye kadar sıcaklık sabit kalır.

Buhar basıncının, standart atmosfer basıncına (1 atm=760 mmHg) eşit olduğu sıcaklığa **normal kaynama noktası** denir. Deniz seviyesinden itibaren yükseğe çıkıldıkça atmosfer basıncı azalır. Buna bağlı olarak kaynama noktası düşer.

Örneğin Antalya deniz seviyesinde, Kayseri ise deniz seviyesinden daha yüksek seviyede olan iki kentimizdir. Antalya'da suyun kaynama noktası, Kayseri'deki suyun kaynama noktasından daha yüksektir.

Basınçlı tencerelerdeki (düdüklü tencere) su, atmosfer basıncından daha yüksek bir basınç altındadır; bu durum suyun kaynama noktasını yükseltir. Örneğin 1 atm basınçta su 100 °C'de, 2 atm basınçta 120 °C'de kaynar. Mutfaklarda kullanılan düdüklü tencerelerde su yüksek basıncın etkisiyle daha yüksek kaynama sıcaklıklarına ulaşır. Böylece yemeklerin pişirme süreleri kısalır. Normal bir tencerede bir saatten daha uzun sürede pişen kuru fasulye, basınçlı tencerelerde çok daha kısa sürelerde pişirilebilir. Basınçlı tencereler birçok gıdanın endüstriyel üretiminde kullanılır (Resim 4.12).



Resim 4.12: Düdüklü (basınçlı) tencere

b) Kaynama ve Buharlaşma Olayının Birbirinden Farkı

Kaynama ve buharlaşma farklı olaylardır. Bu olaylardaki farklar aşağıda belirtilmiştir.

- Saf sıvılarda kaynama belirli bir sıcaklıkta, buharlaşma her sıcaklıkta gerçekleşir (Resim 4.13).
- Kaynama sıvının her yerinde, buharlaşma sıvı yüzeyinde gerçekleşir.
- Dış basınç kaynama noktasını etkiler, buhar basıncını ve buharlaşmayı değiştirmez.
- Sıcaklık artışı kaynama noktasını etkilemez, buhar basıncını ve buharlaşmayı arttırır.
- Sıvı yüzeyinin genişliği kaynama noktasını etkilemez, buharlaşma hızını arttırır.
- Uçucu olmayan katılar (tuz, şeker gibi) suda çözündüğünde kaynama noktası artar, buhar basıncı ve buharlaşma hızı azalır.
- Moleküller arası çekim kuvveti arttıkça kaynama noktası artar, buhar basıncı ve buharlaşma hızı azalır.



Resim 4.13: Su ve buharlaşan su

4.3.5. Doğal Olaylarda Sıvılar ve Özellikleri

Havadaki nem nasıl oluşur? Havadaki nemin canlılar üzerindeki etkisi neler olabilir?

a) Atmosferdeki Su Buharı (Nem)

Atmosfer gaz karışımından oluşur. Bu gaz karışımının büyük bir kısmını azot ve oksijen gazları oluşturur. Bu gazların yanında su buharı, argon ve diğer gazlar bulunur. Atmosferde bulunan su buharının su döngüsünde önemli bir görevi vardır. İçinde su buharı bulunmayan havaya kuru hava, su buharı içeren havaya ise nemli hava denir. Havadaki su buharına **nem** denir. Hava sıcaklığı arttıkça nem oranı da artar. Hava soğudukça nem oranı azalır. Yaz aylarında hava sıcaklığı yüksek olduğu için nem oranı da artar, nem oranı arttıkça bunaltıcı bir hava oluşur.

Hava sıcaklığının gece saatlerinde ani düşmesiyle havadaki su buharı yoğunlaşır ve yeryüzünü su damlacıkları kaplar. Buna **çiy** denir. (Resim 4.14).



Resim 4.14: Çiy

Sabahın erken saatlerinde bitkilerin yüzeyinde su damlacıkları gözlenebilir. Gecenin ilerleyen saatlerinde hava sıcaklığının suyun donma noktasının altına düşmesiyle su buharına doymuş havadaki su molekülleri katılaşır, yeryüzünü ince bir buz tabakası kaplar buna **kırağı** denir (Resim 4.15).

Havadaki su buharı miktarı bağıl nem ile ifade edilir. Belirli bir sıcaklıkta havadaki su buharının kısmi basıncının, suyun buhar basıncına oranına **bağıl nem** denir. Bağıl nem yüzde (%) ile gösterilir. Bağıl nem en fazla % 100 olur. Bu değerden büyük olursa su buharının bir kısmı yoğunlaşarak sıvı hâle geçer.



Resim 4.15: Kırağı

b) Gerçek ve Hissedilen Sıcaklık ile Bağıl Nem İlişkisi

Belli bir yükseklikte ölçülen sıcaklığa **gerçek sıcaklık** denir. Gerçek sıcaklıkta yükseklik (rakım) önemlidir. Güne başlarken hava durumunu bilmek isteriz. Özellikle balıkçılar, şoförler, çiftçiler, pilotlar, kaptanlar hava durumunu öğrenmek isterler. Hava sıcaklığı insan yaşamını etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Yazılı veya görsel medya araçlarında hava sıcaklığı değerleri verilirken bunun yanında "hissedilen sıcaklık" değeri de söylenir.

Hissedilen sıcaklık; termometrenin ölçtüğü hava sıcaklığından farklı olarak insan vücudunun algıladığı sıcaklıktır. Rüzgâr ve nem oranı hissedilen sıcaklığı etkiler. Sıcak havalarda nemin, soğuk havalarda ise rüzgârın, hissedilen sıcaklık üzerinde büyük etkisi vardır. Bu durumlarda ölçülen hava sıcaklığı ile hissedilen sıcaklık farklı olmakta ve insanları hissedilen sıcaklık ilgilendirmektedir.

Havanın nem oranı düşük olduğunda sıcaklık yüksek olsa bile bu durum insanlar için dayanılabilir bir ortam oluşturur. Nem oranı sıcaklıkla beraber yüksek olduğunda, bunaltıcı bir hava oluşturur.

Tablo 4.6'da yüzde bağıl nem-sıcaklık ile hissedilen sıcaklık değerleri verilmiştir. Örneğin hava sıcaklığı 30 °C, bağıl nem %60 olduğunda hissedilen sıcaklık 33 °C iken; aynı hava sıcaklığında bağıl nem %80 olduğunda hissedilen sıcaklık 38 °C'dir.

Tablo 4.6: Hissedilen Sıcaklık İle Bağıl Nem İlişkisi http://www.mgm.gov.tr (E.T. 22.03.2017)

HAVA SICAKLIĞI (°C)	BAĞIL NEM (%)																		
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
50	45	48	53	58	66	69	76	83	91	99									
49	44	47	51	55	61	66	72	79	86	94									
48	43	46	49	53	58	63	68	75	81	88	96								
47	42	45	48	51	55	60	65	70	76	83	90	98							
46	41	43	46	49	53	57	62	67	72	78	85	91	99						
45	41	43	45	48	52	56	62	65	70	76	82	88	96						
44	40	42	44	46	49	52	57	61	66	71	77	83	89	96					
43	39	40	42	44	47	50	54	58	62	67	72	77	83	90	97				
42	38	39	41	43	45	48	51	54	58	62	67	72	78	83	90	96			
41	37	38	39	41	43	45	48	51	55	59	63	67	72	78	83	89	96		
40	36	37	38	39	41	43	46	48	51	55	59	63	67	72	77	83	88	95	
39	35	36	37	38	39	41	43	46	48	51	55	58	62	67	71	76	81	87	93
38	35	35	36	37	38	40	42	44	47	50	53	56	60	64	68	73	78	83	89
37	34	34	35	36	37	38	40	42	44	46	49	52	56	59	63	67	72	76	81
36	33	33	34	34	35	36	38	39	41	43	46	48	51	55	58	62	66	70	74
35	32	32	33	33	34	35	36	37	39	41	43	45	48	50	53	57	60	64	68
34	31	31	32	32	32	33	34	35	37	38	40	42	44	46	49	52	55	58	61
33	31	31	31	31	32	32	33	34	36	37	39	40	42	45	47	49	52	55	58
32	30	30	30	30	31	31	32	33	34	35	36	38	39	41	43	45	47	50	53
31	29	29	29	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	38	40	41	43	45	47
30	28	28	28	28	28	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	38	39	41	42
29	27	27	27	27	28	28	28	28	29	30	30	31	32	32	33	34	36	37	38
28	26	26	26	27	27	27	27	27	28	28	29	29	30	30	31	32	32	33	34
27	26	26	26	26	26	27	27	27	27	28	28	28	29	29	30	30	31	31	32
26	25	25	25	26	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	28	28	28	28	29
25	25	25	25	25	25	26	26	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	27	27

HAVA SICAKLIĞI (°C)			
	(-1) – 26	Soğuk –Serin	Normal yaşamsal faaliyetler devam eder.
	27 – 32	Sıcak	Fiziksel etkinliğe ve etkilenme süresine bağlı olarak oluşan termal stresten dolayı hâlsizlik, sinirlilik, dolaşım ve solunum sisteminde birçok rahatsızlık meydana gelebilir.
	33 – 41	Çok Sıcak	Fiziksel etkinliğe ve etkilenme süresine bağlı olarak kuvvetli termal stres ile birlikte ısı çarpması ısı krampları ve ısı yorgunlukları oluşabilir.
	42 – 54	Tehlikeli Sıcak	Güneş çarpması, ısı krampları veya ısı bitkinliği meydana gelebilir.
	> 55	Tehlikeli Sıcak	Isı veya güneş çarpması tehlikesi oluşur. Termal şok an meselesidir.

4. BÖLÜM

GAZLAR

- *Gazların özellikleri nelere bağlıdır?*
- *Gazları niteleyen büyüklükler nelerdir?*



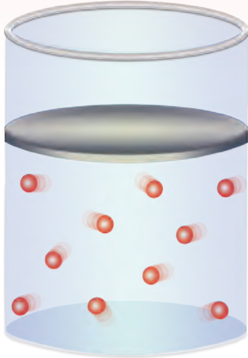
Resim 4.16: Basınçla sıkıştırılmış gaz

4.4.1. Gazlarda Basınç, Sıcaklık, Hacim, Miktar Özellikleri ve Birimleri

Maddenin temel olarak üç farklı hâli vardır. Bunlar katı, sıvı ve gaz hâlleridir. Gazlar; maddenin en düzensiz, katı ve sıvıya göre daha yüksek enerjili hâlidir (Resim 4.16).

Gazların Genel Özellikleri

- Maddenin en düzensiz ve en yüksek enerjili hâlidir.
- Gaz tanecikleri arasındaki çekim kuvvetleri katı ve sıvılara göre yok denecek kadar azdır.
- Gazların belirli şekil ve hacimleri yoktur.
- Bulundukları kabın şeklini ve hacmini alır.
- Gazlar birbiriyle her oranda karışarak homojen karışım oluşturur.
- Gaz tanecikleri titreşim, öteleme ve dönme hareketi yapar.
- Katı ve sıvılara göre yoğunlukları düşüktür.
- Gaz taneciklerinin hacimleri, tanecikler arasındaki boşluğa göre çok küçüktür. Bu nedenle gazın hacmi kabın hacmidir (Şekil 4.10).
- Gaz tanecikleri arasındaki boşluklar çok fazla olduğu için gazlar sıkıştırılabilir.
- Gazların davranış ve özelliklerini fiziksel özellikler belirler. Gazların özelliklerine kimyasal özelliklerin etkisi yoktur. Gazları niteleyen büyüklükler basınç, hacim, sıcaklık ve miktardır.



Şekil 4.10: Gaz tanecikleri

a) Gazlarda Basınç ve Birimleri

Gaz molekülleri bulundukları kabın içinde sürekli ve hızlı hareket eder. Bu nedenle kabın her tarafına kısa sürede yayılır ve kabı doldurur. Bu hareketleri sırasında gaz molekülleri birbirleri ve kabın iç yüzeyleri ile sürekli ve esnek çarpışmalar yapar. Gaz moleküllerinin iç yüzeylere yaptığı bu çarpmalar gaz basıncını oluşturur. Gazlar ve gaz karışımları homojen olduğu için kabın her noktasına aynı basıncı uygular. Kabın bir noktasında ölçülen basınç gaz basıncına eşittir. Birim yüzeye etki eden dik kuvvete **basınç** denir.

Basınç “P” ile kuvvet “F” ile yüzey ise “A” ile gösterilir.

Kuvvet birimi; Newton (N), yüzey birimi m^2 ile gösterilir.

$$\text{Basınç} = \frac{\text{kuvvet}}{\text{yüzey}} \qquad P = \frac{F}{A} = \frac{N}{m^2}$$

Basınç birimi uluslararası birim sistemine (SI) göre N/m^2 veya Pascal olarak alınır.

Gazlarda Pascal biriminden daha çok atmosfer (atm), mmHg ve torr birimleri kullanılır.

1 atm = 76 cmHg = 760 mmHg

1 atm = 760 torr

1 mmHg = 1 torr

Örnek

380 mmHg basınç

a) Kaç atmosferdir? b) Kaç torr'dur?

Çözüm

a) 1 atmosfer 760 mmHg

X atm 380 mmHg

X= 1.380/760 = 0,5 atm

b) 1 mmHg 1 torr

380 mmHg X torr

X = 380 torr

4.1. Alıştırma

Aşağıda verilen basınç değerlerini istenen birimlere dönüştürünüz.

a) 1520 mmHg	atm	cmHg
b) 0,2 atm	mmHg	torr
c) 90 torr	atm	cmHg

Açık Hava Basıncı

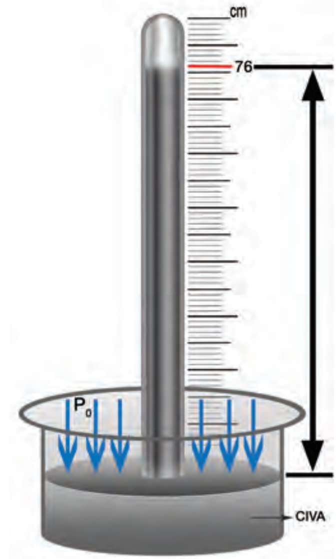
Hava bir gaz karışımıdır. Açık hava içerdiği gazlar nedeniyle içinde bulunduğu cisimlere basınç uygular. Bu basınca **açık hava basıncı** denir. Açık hava basıncını ilk ölçen bilim insanı İtalyan Evangelista Torricelli'dir. Torricelli atmosferde bulunan gazların basıncını "barometre" ile ölçmüştür (Şekil 4.11). Torricelli deniz seviyesinde 0 °C'de yaptığı deneyde, cam boruyu cıva (Hg) ile doldurmuş, cıva dolu bir kaba ters çevirip batırmıştır. Cam borudaki cıva yüksekliğinin sebebi açık hava basıncıdır. Bu yüksekliği 76 cm olarak ölçmüştür.

Açık hava basıncı (atmosfer basıncı) P_0 veya P_{atm} ile gösterilir.

0 °C' de deniz seviyesinde açık hava basıncı:

76 cmHg = 760 mmHg = 1 atm' dir.

Deniz seviyesinden yükseğe çıkıldıkça açık hava basıncı azalır. Seyahat ederken yüksek rakımlara çıkıldıkça veya yüksekten aşağı inildikçe kulaklarda ağrı hissedilir. Bunun sebebi açık hava basıncının yükseklik farkı ile değişmesidir. Kulak zarı basınca çok duyarlı olduğundan bu farkı algılar. Deniz seviyesinden her 10,5 metre yükseldikçe açık hava basıncı 1 mm Hg düşer. Bundan yararlanarak bir yerin deniz kenarından yüksekliği (rakım) hesaplanır (Resim 4.17).



Şekil 4.11: Barometre



Resim 4.17: Açık hava basıncıyla bulunan rakım

b) Hacim, Sıcaklık ve Mol Kavramı

Hacim

Gazlar birbirlerinden bağımsız hareket eder ve bulunduğu kabı tamamen doldururlar. Bu nedenle gazın hacmi kabın hacmine eşittir. Hacim birimlerinin bazıları; cm^3, dm^3, m^3, mililitre (mL), litre (L)'dir. Gazlarda hacim birimi olarak litre kullanılır.

1 L = 1000 mL = 1000 cm^3 = 1 dm^3

1 m^3 = 1000 dm^3 = 1000 L

1 mL = 1 cm^3

Sıcaklık

Bir maddeyi oluşturan taneciklerin ortalama kinetik enerjisinin ölçüsüdür. Sıcaklık termometre ile ölçülür.

Sıcaklık birimi olarak Celcius (^{o}C), Fahrenheit (^{o}F), Kelvin (K) birimleri kullanılır.

Gazlarda yapılan hesaplamalarda **Kelvin** sıcaklık birimi kullanılır.

Celcius ile Kelvin arasındaki bağıntı aşağıda belirtilmiştir:

T (K) = t (^{o}C) + 273 (^{o}C "t" ile, Kelvin "T" ile ifade edilir.)

BİLGİ KUTUSU

Kelvin ile belirtilen sıcaklık, mutlak sıcaklıktır. Mutlak sıcaklık –273,15 ^{o}C olup bu sıcaklıkta atom veya moleküllerin hareketi tamamen durur.

–273,15 ^{o}C' veya 0 K derecesine mutlak sıfır noktası denir.

Mol Kavramı

Atom ve moleküller sayılamayacak kadar çok küçük olduklarından, gazların miktarını belirtmek için mol sayısı kullanılır. Mol sayısı "n" harfi ile gösterilir. Avogadro sayısı kadar tanecik (atom, molekül, iyon) içeren madde miktarına **1 mol** denir.

Avogadro sayısı N_A ile gösterilir.
Avogadro sayısı = $6,02.10^{23}$
Örneğin karbon ^{12}C atomunda;
Karbon atomunun atom kütlesi 12'dir. (C=12)

1 mol karbon atomu $6,02.10^{23}$ tane karbon atomu içerir.

1 mol karbon atomu 12 gramdır.

Mol kütlesi; bir mol atom ya da molekülün gram değerine mol kütlesi denir.

Atom veya molekülün mol kütlesi "M_A" ile gösterilir. Birimi "g/mol"dür.

Bazı moleküllerin mol kütleleri hesaplaması aşağıda yapılmıştır.

(H=1, O=16, C=12, S=32)

H_2= 2.1=2 g/mol O_2=2.16=32 g/mol

H_2O=2.1 + 1.16=18 g/mol CO_2=1.12 + 2.16=44 g/mol

H_2SO_4=2.1 + 1.32 + 4.16 = 98 g/mol

1 mol C atomu=$6,02.10^{23}$ tane C atomu=12 g C atomu

1 mol H atomu=$6,02.10^{23}$ tane H atomu=1 g H atomu

1 mol H_2O molekülü =$6,02.10^{23}$ tane H_2O molekülü=18 g H_2O molekülü

4.4.2. Gaz Davranışlarının Gaz Kanunları ve Kinetik Teori ile Açıklanması

Gözle görülmeyen gazların davranışları nasıl açıklanmıştır? Gazların davranışlarını açıklayabilmek için geliştirilen teoriye **kinetik teori** denir.

Gazların fiziksel davranışlarını açıklamak için Ludwing Boltzmann (Ludvik Boldzmen) ve James Clerk Maxwell (Ceymis Kılork Meksvıl) gibi bilim insanlarının çalışmalarıyla gazlarda kinetik teori ortaya atılmıştır.

Birbirinden oldukça uzakta bulunan gaz tanecikleri, her yöne doğru, hızlı, sürekli, doğrusal ve zikzaklı hareket eder. Gaz taneciklerinin bu hareketlerine **Brown hareketi** denir.

Gaz tanecikleri bulundukları kabın çeperleri ve birbiriyle esnek çarpışmalar yapar. Bu çarpışmalar sırasında tanecikler birbirine enerji aktarır, ancak taneciklerin toplam enerjisi değişmez.

Gaz taneciklerinin ortalama kinetik enerjileri sıcaklığa bağlıdır. Mutlak sıcaklıkla doğru orantılıdır.

Aynı sıcaklıkta bulunan bütün gaz moleküllerinin ortalama kinetik enerjileri birbirine eşittir.

Gaz taneciklerinin çarpışmaları sırasında davranışları ve molekül yapıları değişmez.

Kinetik teorinin varsayımlarına uyan, tanecikleri arası itme ve çekme kuvveti bulunmayan gazlara **ideal gaz** denir.Gerçekte hiçbir gaz, ideal gaz değildir. Gazlar yüksek sıcaklık ve düşük basınçta ideale yaklaşırlar. İdeal gaz dışındaki gazlara **gerçek gaz** denir.

a) Gaz Kanunlarının Olgusal İçerikli Genellemelerle ve Gaz Davranışlarının Teoriyle Açıklanması

Gaz yasaları gazların genel davranışlarını öngörmede yardımcı olur. Ancak dünyada gözlemlediğimiz makroskobik değişimlerin molekül seviyesinde nasıl olduğunu açıklayamaz. Örneğin ısıtılan gaz neden genleşir sorusuna cevap vermez. Gaz kanunları olgusal içerikli genellemelerdir. Gazların nasıl davrandığı teorilerle açıklanır. Kinetik teori gazların nasıl davrandığını açıklayan bir teoridir.

Gaz davranışları açıklanırken gaz yasaları matematiksel ifadelerle olgunlaştırılır. Kinetik teori ise gaz davranışlarını sözlü ve matematiksel ifadelerle destekler.



Resim 4.18: Robert Boyle (Temsilî)

b) Gazlarda Basınç-Hacim, Sıcaklık-Hacim ve Basınç-Sıcaklık İlişkileri

Gazları niteleyen basınç, hacim, sıcaklık ve miktar gibi değişkenlerin aralarındaki ilişkileri bağıntılarla açıklamak için gaz yasaları oluşturulmuştur.

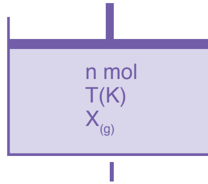
Basınç (P) – Hacim (V) İlişkisi (Boyle-MariotteYasası)

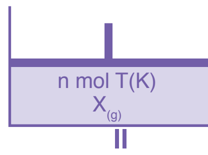
Gazlarda basınç-hacim ilişkisini Robert Boyle incelemiştir (Resim 4.18). Sabit sıcaklıkta belirli miktardaki gazın basıncı ile hacminin çarpımı sabittir. Bir gazda mol sayısı ve sıcaklık sabit iken basınç ile hacim ters orantılıdır (Grafik 4.1).

Boyle-Mariotte Yasası'na göre gazın hacmi azaltılırsa birim hacme düşen tanecik sayısı artacağından basınç da artar.

T (K) ve n (mol) sabit iken P.V= sabittir. Bu durumda;

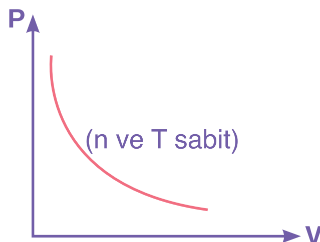
$$P_1V_1 = P_2V_2 = ... = P_nV_n$$

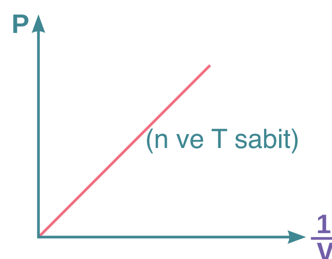




Hacim = V litre
Basınç = P atm

Hacim = $\frac{V}{2}$ litre
Basınç = 2P atm





Grafik 4.1: Basınç-hacim ilişkisi

Örnek

Sabit sıcaklıkta belirli miktardaki CO_2 gazı 200 mL hacimli kapta 40 cmHg basınç yapmaktadır. Aynı sıcaklıkta gaz basıncının 10 cmHg olması için hacmi kaç mL olmalıdır?

Çözüm

V_1= 200 mL V_2= ?

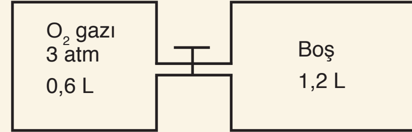
P_1= 40 cmHg P_2= 10 cmHg

$P_1V_1 = P_2V_2$

$40.200 = 10.V_2$ V_2= 800 mL

4.2. Alıştırma

Aşağıdaki sistemde sıcaklık sabitken musluk açıldığında son durumda basınç kaç atm olur?




Resim 4.19: Jacques Charles (Temsilî)

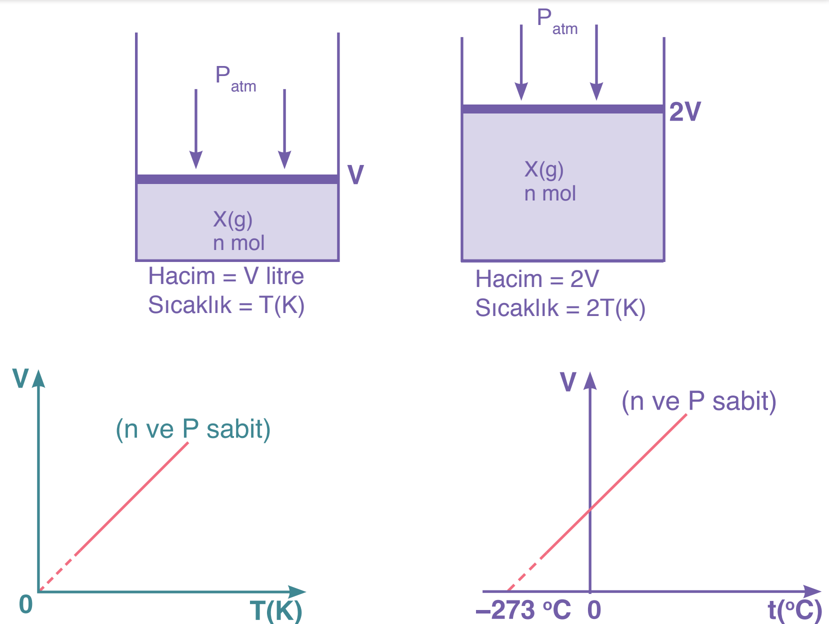
Sıcaklık (T) – Hacim (V) İlişkisi (Charles Yasası)

Sabit basınçlı kapalı bir kapta bulunan belirli miktardaki bir gaz ısıtıldığında hacmi artar. Jacques Charles (Jek Şarl) (Resim 4.19) Yasası'na göre sabit basınçta belirli miktardaki gazın hacmi mutlak sıcaklığı ile doğru orantılıdır (Grafik 4.2). Charles; H_2, CO_2, O_2 ve hava gibi gazların eşit mol sayılarındaki miktarlarının sıcaklıklarını eşit miktarda arttırdığında bu gazların genleşmelerinin aynı olduğunu gördü.

P ve n sabit iken V α T $\frac{V}{T}$ **= Sabit** $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

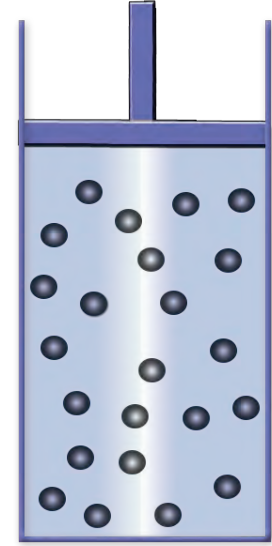
BİLGİ KUTUSU

Gazlarda; 0 Kelvin veya –273 °C'ye yakın sıcaklıklarda deneysel olarak hacim ve basınç ölçmek zordur. Bu sıcaklıklarda gaz molekülleri hareketsiz duruma yaklaştıkları için grafiklerde değerler belirsizleşir ve "……" ile gösterilir.



Grafik 4.2: Sıcaklık-hacim ilişkisi

Pistonlu kaplarda ve elastik balonlarda gaz basıncı dış basınca eşit kabul edilir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12: Pistonlu kap

Örnek

Sabit basınçta belirli miktarda bir gazın sıcaklığı 177 °C hacmi 1200 mL'dir. Gazın hacminin 800 mL olması için sıcaklığı kaç °C olmalıdır?

Çözüm

$T_1 = 177 + 273 = 450$ K $\qquad \dfrac{V_1}{T_1} = \dfrac{V_2}{T_2}$

$\dfrac{1200}{450} = \dfrac{800}{T_2} \qquad T_2 = \dfrac{450.800}{1200} = 300K \qquad t_2 = 300 - 273 = 27\ °C$

4.3. Alıştırma

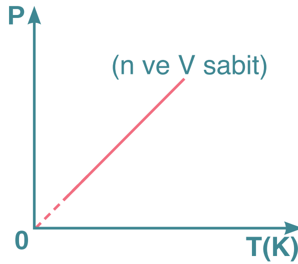
0 °C'deki 300 mL hacimli CO_2 gazının sabit basınçta sıcaklığı 546 K yapılırsa gazın hacmi kaç mL olur?

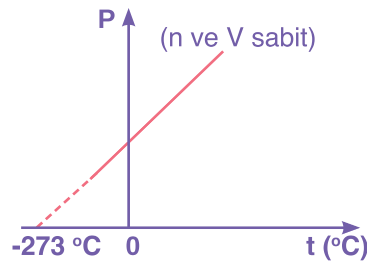
Basınç (P) – Sıcaklık (T) İlişkisi (Gay-Lussac Yasası)

Fransız Kimyacı Joseph Gay-Lussac, hacimleri sabit tutulan gazların basınçlarının sıcaklıkla değişimini incelemiş ve sıcaklık arttıkça basınçların da arttığını gözlemlemiştir.

Gay-Lussac Yasası'na göre; mol sayısı ve hacmi sabit tutulan bir gazın basıncı mutlak sıcaklık ile doğru orantılıdır (Grafik 4.3).

n ve V sabit iken $P \propto T$, $\dfrac{P}{T} = \text{sabit} \qquad \dfrac{P_1}{T_1} = \dfrac{P_2}{T_2}$





Grafik 4.3 Basınç-sıcaklık ilişkisi

Örnek

Sabit hacimli bir kapta 0,6 atm basınç yapan bir gazın sıcaklığı 27 °C'dir. Gazın hacmi ve miktarı değiştirilmeden sıcaklığı 127 °C'ye çıkarıldığında basıncı kaç atm olur?

Çözüm

$P_1 = 0{,}6$ atm $\qquad P_2 = ?$

$t_1 = 27$ °C, $T_1 = 300$ K $\qquad t_2 = 127$ °C, $T_2 = 400$K

$\dfrac{P_1}{T_1} = \dfrac{P_2}{T_2} \qquad \dfrac{0{,}6}{300} = \dfrac{P_2}{400}$

$P_2 = 0{,}8$ atm

4.4. Alıştırma

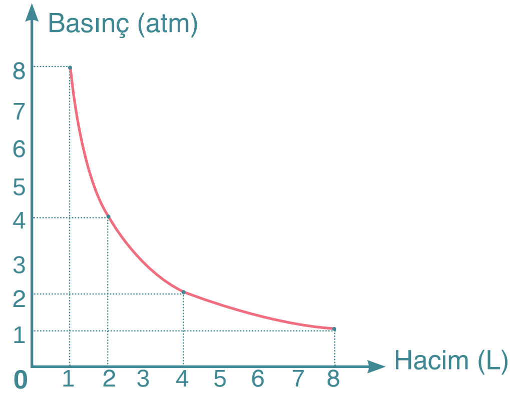
Hacmi 4 L olan bir kapta belirli miktar gazın 0 °C'de basıncı 3 atm'dir. Aynı hacimde bu gazın basıncının 9 atm olarak ölçülmesi için sıcaklığı kaç K olmalıdır?

Gaz Yasalarının Veriler Üzerinden Çizilen Grafikleri

Belirli miktarda bir gazın sabit sıcaklıkta, basınç ve hacim değişimi Tablo 4.7'deki gibidir. Buna göre tablodan yararlanarak **"basınç-hacim"** grafiğini çizelim.

Tablo 4.7: Basınç-Hacim İlişkisi

Basınç (atm)	Hacim (L)
1	8
2	4
4	2
8	1



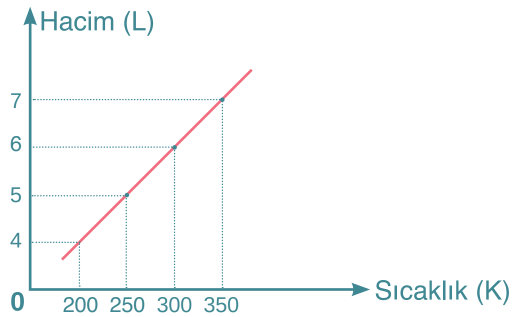
Grafik 4.4: Basınç-hacim ilişkisi

Tablo 4.7'de ve Grafik 4.4'te hacim yarıya düştüğünde basıncın iki katına çıktığı, hacim ¼'üne düştüğünde basıncın dört katına çıktığı görülür. Gazlarda miktar ve sıcaklık sabit iken basınç ve hacim ters orantılı olarak değişir. Bu nedenle gazlarda P.V sabittir. Grafik 4.4'te basınç hacim çarpımı (P.V) daima sekize eşittir.

Tablo 4.8: Sıcaklık-Hacim İlişkisi

Sıcaklık (K)	Hacim (L)
200	4
250	5
300	6
350	7

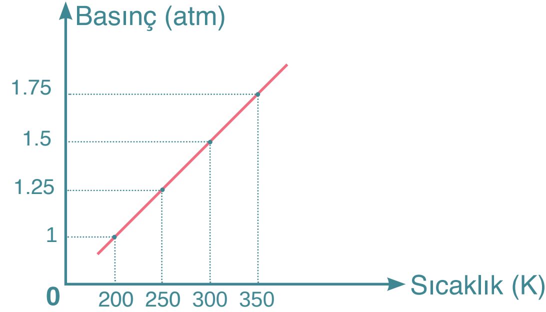
Belirli miktarda bir gazın sabit basınçta sıcaklık ve hacim değişimi Tablo 4.8'deki gibidir. Buna göre tablodan yararlanarak **"sıcaklık-hacim"** grafiğini çizelim.



Grafik 4.5: Sıcaklık-hacim ilişkisi

Tablo 4.8 ve Grafik 4.5 incelendiğinde sıcaklık arttığında hacmin de arttığı görülür. Gazlarda miktar ve basınç sabit iken mutlak sıcaklıkla hacim doğru orantılıdır. Bu nedenle gazlarda V/T oranı sabittir. Grafik 4.5'te V/T oranı 1/50'dir.

Belirli miktarda bir gazın sabit hacimde, basınç ve sıcaklık değişimi Tablo 4.9'daki gibidir. Buna göre tablodan yararlanarak **"basınç-sıcaklık"** grafiğini çizelim.



Grafik 4.6: Sıcaklık-basınç ilişkisi

Tablo 4.9: Sıcaklık-Basınç İlişkisi

Sıcaklık (K)	Basınç (atm)
200	1
250	1,25
300	1,5
350	1,75

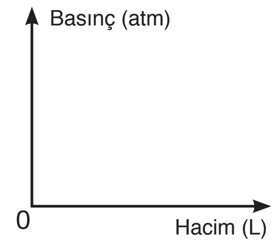
Tablo 4.9 ve Grafik 4.6 incelendiğinde sıcaklık artışı ile basıncın arttığı görülür. Gazlarda miktar ve hacim sabit iken mutlak sıcaklık ile basınç doğru orantılıdır. Bu nedenle gazlarda P/T oranı sabittir. Grafik 4.6'da P/T oranı 1/200'dür.

4. 1 Uygulama Soruları

I

Hacim (L)	Basınç (atm)
2	15
3	10
5	6
6	5

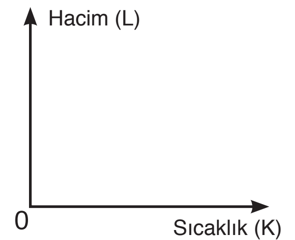
Yandaki tabloda verilen hacim-basınç verilerine göre belirli miktardaki gazın sabit sıcaklıktaki basınç-hacim grafiğini çiziniz.



II

Hacim (L)	Sıcaklık (K)
2	300
3	450
5	750
6	900

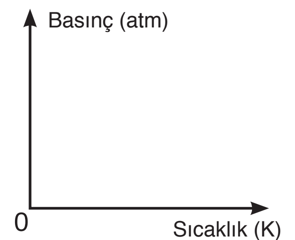
Yandaki tabloda verilen hacim-sıcaklık verilerine göre belirli miktardaki gazın sabit basınçta sıcaklık-hacim grafiğini çiziniz.



III

Basınç (atm)	Sıcaklık (K)
5	300
6	360
8	480
10	600

Yandaki tabloda verilen basınç-sıcaklık verilerine göre belirli miktardaki gazın sabit hacimde basınç-sıcaklık grafiğini çiziniz.



c) Sıcaklık-Hacim Grafiğinin Mutlak Sıcaklık ile Çizimi ve Kelvin Eşeli

Sıcaklık-hacim ilişkisini ilk olarak Fransız bilim insanları Jacques Charles ve Joseph Gay Lussac incelemiştir (Resim 4.20). Yaptıkları çalışmalar sabit basınçtaki gazların hacminin ısıtıldıkça arttığını ve soğudukça azaldığını göstermiştir.



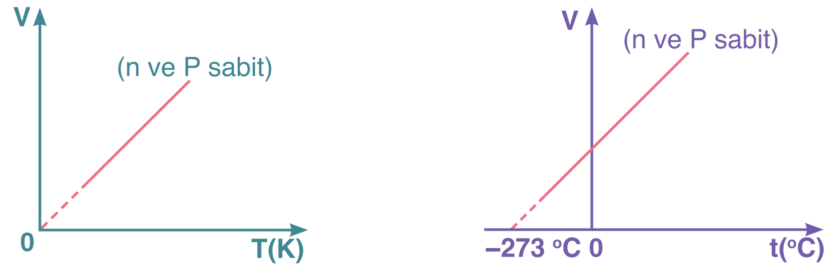
Resim 4.20: Joseph Gay-Lussac (1778-1850) (Temsilî)

Değişik sabit basınçlarda sıcaklık-hacim ilişkisi incelendiğinde hacme karşı sıcaklık grafiği doğrular verir. Doğrular sıfır hacme uzatıldığında, sıcaklık ekseni kesim noktasının –273,15 °C olduğu bulunur.

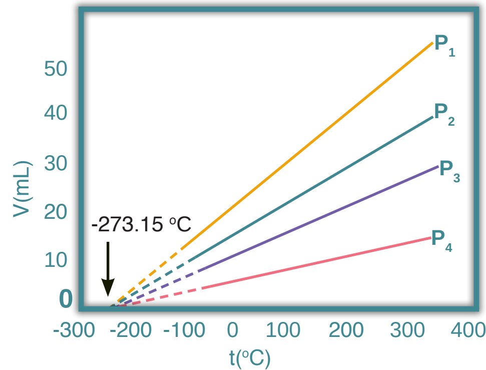
Pratikte bir gazın hacmini sadece belli bir sıcaklığın üzerinde ölçebiliriz. Çünkü bütün gazlar düşük sıcaklıklarda sıvılarını oluşturmak üzere yoğunlaşır.

1848 yılında İskoç fizikçi Lord Kelvin (Lord Kelvin), kuramsal olarak ulaşılabilecek en düşük sıcaklık olan –273,15 °C'yi **mutlak sıfır** olarak tanımlamıştır. Başlangıç noktası mutlak sıfır olan ve şimdi Kelvin sıcaklık eşeli olarak adlandırılan mutlak sıcaklık eşelini kurmuştur. Kelvin ve Celcius eşelinde birim sıcaklıklar aynı olduğundan 1 Kelvin (K) 1 derece Celcius'a eşittir. Mutlak sıcaklık eşeli ile Celcius eşeli arasındaki tek fark sıfır konumunun kaymasıdır. İki eşele göre bazı önemli noktalar aşağıda verilmiştir.

	Kelvin Eşeli	**Celcius Eşeli**
Mutlak sıfır	0 K	–273,15 °C
Suyun donma noktası	273,15 K	0 °C
Suyun kaynama noktası	373,15 K	100 °C



Grafik 4.7: Miktarı ve basıncı sabit olan gazın hacim-sıcaklık ilişkisi



Grafik 4.8: Miktarı sabit olan gazın farklı basınçlardaki hacim-sıcaklık ilişkisi

Yukarıdaki Grafik 4.7 sabit basınçta bir gaz örneğinin sıcaklıkla hacim değişimine aittir. Grafik 4.8'de her çizgi belirli bir basınçtaki değişimi gösterir. Basınçlar, P_1'den P_4'e doğru artar. Bütün gazlar, yeterince düşük sıcaklıklara soğutulursa, tamamen yoğunlaşır. Çizgilerin kesiksiz olan kısımları yoğunlaşma noktalarının üzerindeki sıcaklık bölgesini gösterir. Bu çizgiler uzatıldığında kesikli çizgilerin hepsi hacmin sıfır ve sıcaklığın –273,15 °C olduğu noktada kesişirler.

ç) Düşük Sıcaklıklara Helyum ve Azot Gazlarının Sıvılaştırılması ile İnilmesi

Helyum, atom numarası 2 olan bir soy gazdır. Renksiz, kokusuz, tepkimeye girmeyen (inert), hidrojenden sonraki en hafif gazdır. Donma noktası –272,05 °C, kaynama noktası –268,78 °C'dir. Azot gazı (N_2) renksiz, kokusuz, tatsız, zehirsiz, havaya oranla daha hafif bir gazdır. Donma noktası –210 °C, kaynama noktası –196 °C'dir.

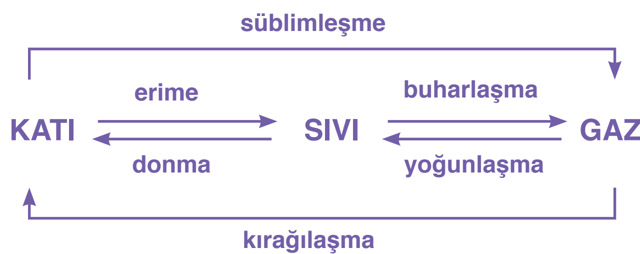
Helyum ve azot gazları düşük sıcaklık ve yüksek basınçta sıvılaştırılabilir. Helyum ve azot gazlarının sıvılaştırılması ile düşük sıcaklıklara inilir. Sıvı helyum; nükleer enerji santrallerinde "soğutucu" olarak, sıvı roket yakıtının soğutularak sıkıştırılmasında, süper iletken madde ve düşük sıcaklık araştırmalarında kullanılır. Tıpta sıvı helyum manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ve kanser teşhislerinde kullanılır.

Azot gazı çoğunlukla havanın sıvılaştırılıp ayrıştırılması ile elde edilir. Sıvı azot kolayca temin edilebilir, depolanabilir, kullanımı kolay ve emniyetlidir. Sıvı azot ile doğrudan temas edilmemelidir. Temas edilirse "don yanığı" oluşur. Tıpta; soğuk cerrahi, bademcik, katarakt ve siğil tedavisi gibi alanlarda kullanılır. Gıda sanayisinde yiyeceklerin şoklanması, uzun süre korunmasında kullanılır. Plastik ve kauçuk üretimindeki soğutma işleminde, metalik parçaların birbirlerine bağlantısında (sıkı geçme), uçak parçalarının ve elektronik cihazların çevre koşullarına göre test edilmesinde sıvı azot kullanılır.

4.4.3. Saf Maddelerin Hâl Değişim Grafikleri

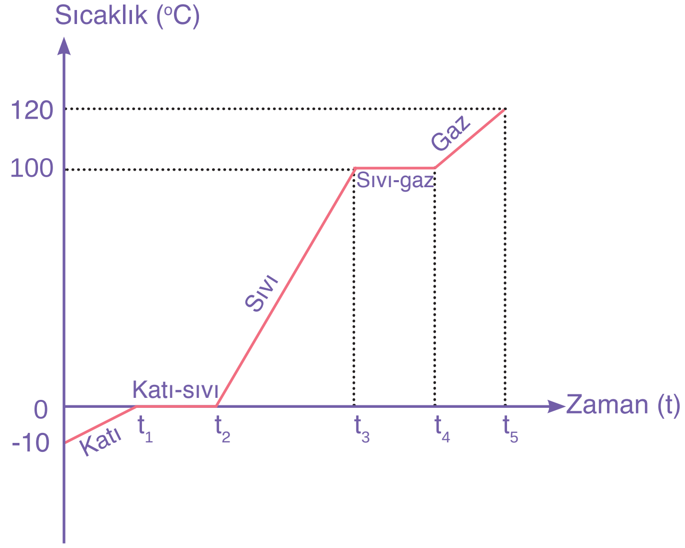
Saf (arı) maddeler; içerisinde hiçbir yabancı madde içermeyen maddelerdir. Element ve bileşikler saf maddelerdir. Saf maddelerin hâl değişim sıcaklıkları belirli ve sabittir.

Örneğin su hava basıncının 1 atm olduğu bir ortamda 0 °C'de donar, 100 °C'de kaynar.



Katı maddenin ısı alarak sıvı hâle gelmesine **erime**, sıvının ısı vererek katı hâle gelmesine **donma** denir. Sıvı maddenin ısı alarak gaz hâline gelmesine **buharlaşma**, gaz hâldeki maddenin ısı vererek sıvı hâle gelmesine **yoğunlaşma**, katı maddenin gaz hâle geçmesine **süblimleşme**, maddenin gaz hâlden katı hâle geçmesine **kırağılaşma** denir. Bir maddenin ısı alarak ya da ısı vererek bir hâlden başka bir hâle geçmesine **hâl değişimi** denir.

1 atm basınçta –10 °C'deki buzun 120 °C'de buhar oluncaya kadar ısıtılması sırasındaki sıcaklık zaman eğrisi Grafik 4.9'da gösterilmiştir.



Grafik 4.9: Buzun ısınma grafiği

- 0 – t_1 zaman aralığında madde katı hâldedir. Sıcaklık arttıkça kinetik enerjisi artar. Potansiyel enerji değişmez.
- t_1 – t_2 zaman aralığında madde erimektedir. Erime süresince sıcaklık sabittir. Kinetik enerji değişmez. Potansiyel enerji artar.
- t_2 – t_3 zaman aralığında madde sıvı hâldedir. Sıcaklık arttıkça kinetik enerjisi artar. Potansiyel enerji değişmez.
- t_3 – t_4 zaman aralığında madde kaynamaktadır. Kaynama süresince sıcaklık sabittir. Kinetik enerji değişmez. Potansiyel enerji artar.
- t_4 – t_5 zaman aralığında madde gaz hâldedir. Sıcaklık arttıkça kinetik enerjisi artar. Potansiyel enerji değişmez.
- Maddenin tamamı t_1 noktasında katı, t_2 ve t_3 noktalarında sıvı, t_4 noktasında gaz hâlde bulunur.

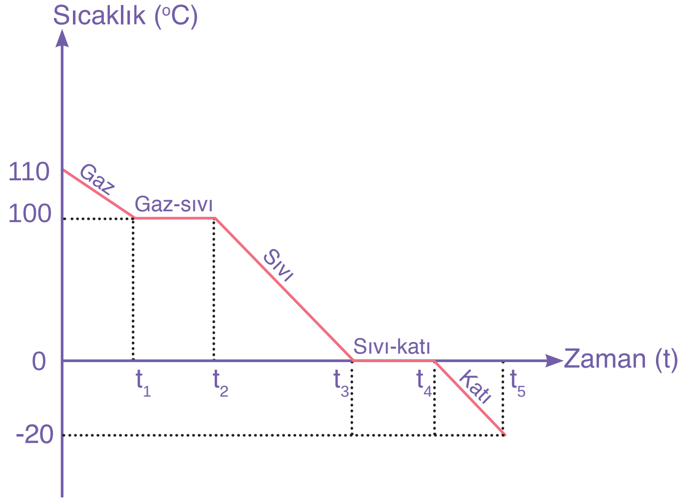
4.5. Alıştırma

–20 °C'deki buzun 100 °C'de su buharı oluncaya kadar ısıtılmasına ait sıcaklık-zaman grafiğini çiziniz ve yorumlayınız.

4.6. Alıştırma

0 °C'deki buzun 105 °C'de buhar oluncaya kadar ısıtılmasına ait sıcaklık-zaman grafiğini çiziniz ve yorumlayınız.

1 atm basınçta 110 °C'deki su buharının –20 °C'de buz olunca-ya kadar soğutulması sırasındaki sıcaklık-zaman değişimi Grafik 4.10'daki gibidir.



Grafik 4.10: Su buharının soğuma grafiği

4.7. Alıştırma

Etil alkolün donma noktası –114 °C, kaynama noktası ise 78 °C'dir. Buna göre –120 °C'de bulunan etil alkolün 90 °C'ye kadar ısıtılmasına ait sıcaklık-zaman grafiğini çiziniz ve yorumlayınız.

4.8. Alıştırma

50 °C'deki saf suyun, –10 °C'ye kadar soğutulmasına ait sıcak-lık-zaman grafiğini çiziniz ve yorumlayınız.

2.1 Etkinlik




Etkinliğin Adı: Saf Suyun Kaynama Sıcaklığı Tayini
Etkinliğin Amacı: Saf suyun kaynama sıcaklığını tayin etme
Etkinliğin Süresi: 40 dakika

Araç ve Gereçler

- Beherglas 250 mL
- Termometre
- Sacayak
- Su
- İspirto ocağı
- Tel kafes

Uygulama Aşamaları

1. Beherglasın yarısına kadar su doldurup ispirto ocağının üzerine koyunuz.
2. Ocağı yakarak ısıtma işlemine başlayınız.
3. Önceden beherglasa yerleştirilmiş termometreyi kontrol ederek sıcaklığı kaydediniz.
4. Suyun yüzeyinden kabarcıklar çıkmaya başlayınca suyun sıcaklığını termometreden okuyunuz.
5. Kaynama devam ederken birer dakika aralıkla beş kez termometredeki sıcaklığı kaydediniz.

Etkinliğin Değerlendirmesi

1- Su ısıtılırken sıcaklığı belli bir süre artar.
2- Daha sonra su sıcaklığının değişmediği görülür.
3-Değişmeyen bu sıcaklık, suyun o ortamdaki kaynama noktasıdır.

5. BÖLÜM

PLAZMA

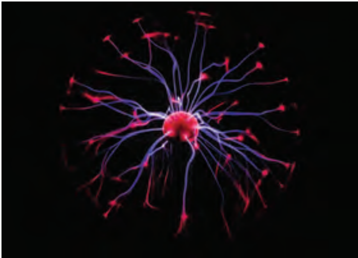
- *Bir maddenin gaz hâli kapalı bir kapta yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılırsa maddede ne gibi değişiklikler meydana gelir?*
- *Maddenin dördüncü hâli olan plazmanın maddenin gaz hâlinden farkı nedir?*

4.5.1. Maddelerin Plazma Hâli

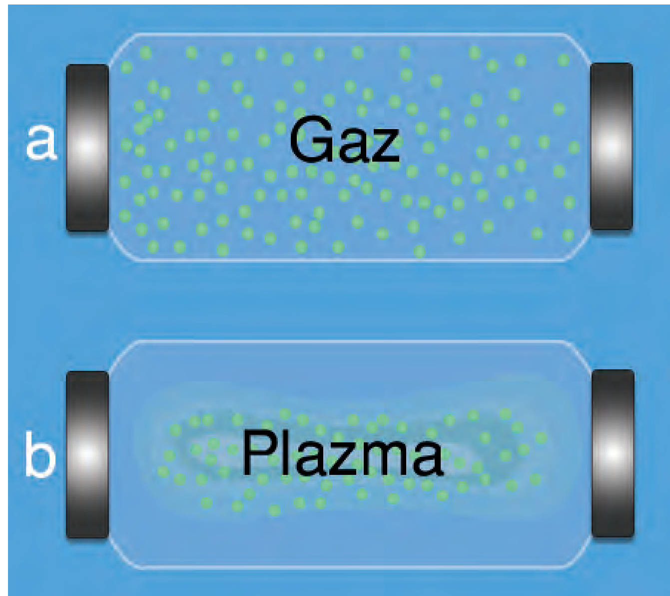
Bir miktar buz ısıtıldığında 0 °C'de erir, su ise 100 °C'de kaynayarak buhar hâline geçer. Oluşan su buharı kapalı bir kapta çok yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılırsa su molekülleri iyonlaşmaya başlar. Su buharının içi serbest elektron, serbest radikal ve iyon bulutlarıyla dolmaya başlar. Bu şekilde su buharı plazmaya dönüşerek ışık da yayabilir. Bir maddenin serbest elektron, serbest radikal, iyon bulutu, foton (ışık taneciği) ve nötr gaz moleküllerinin bir arada bulunduğu hâline **plazma hâl** denir (Resim 4.21). Bu şekilde oluşan her tanecik karışımı plazma olmayabilir. Plazma olabilmesi için artı yüklü iyon ve eksi yüklü elektronların birim hacme düşen sayılarının belli bir değerin üzerinde olması gerekir. Plazma, gaz hâlinde olmasına rağmen gazlardan farklı özellik gösterdiği için maddenin dördüncü hâli olarak kabul edilmiştir (Şekil 4.13).

BİLGİ KUTUSU

Güneşten gelen yüklü parçacıklar kutuplara doğru yoğunlaşıp atmosferdeki molekülleri iyonlaştırır. Kutuplarda gökyüzünün ufka yakın bölgelerinde bu iyonlaşan gaz moleküllerinden çeşitli renklerde ışıklar yayılır. Bu olaya kutup ışınımı (aurora) denir. Kutup ışınımı doğal plazmaya örnektir.



Resim 4.21: Plazma hâl



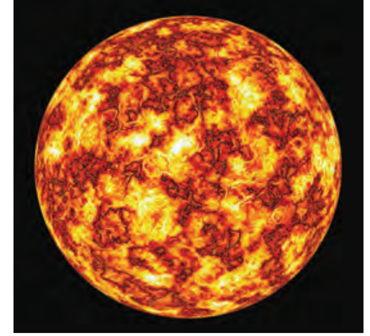
Şekil 4.13: Gaz ve plazma

Plazmanın başlıca özellikleri

- Plazmalar yüklü parçacıklar olduklarından manyetik ve elektriksel alandan etkilenir.
- Plazmanın kütlesinin büyük çoğunluğunu serbest hâldeki yüklü parçacıklar oluşturmasına rağmen dış ortama karşı yüksüzmüş gibi davranırlar. Bunun nedeni eksi ve artı yüklü taneciklerin eşit olmasıdır. Plazmalar bu özellikleri sebebiyle ışığı geçirmez, dağıtır.
- Plazmada meydana gelen herhangi bir değişiklik her yöne ışık hızıyla iletilir. Fakat bir gaz içinde meydana gelen bir değişiklik her yöne ses hızıyla iletilir. Bu özellik sayesinde plazma tanecikleri arasında enerji ışık hızıyla taşınır.

- Plazmalarda madde tanecikleri bulundukları kapta bulut şeklinde kümelenir. Gaz hâlinde ise madde tanecikleri bulunduğu kabın tamamını homojen şekilde kaplar.
- Plazmaların yapılarında çok fazla yüklü serbest parçacıklar olduğundan ısı ve elektriği metallerden daha çok iletir.
- Kimyasal tepkimeler plazma ortamında çok hızlı gerçekleşir.

Plazmalar doğal ya da yapay yollarla oluşabilir. Doğal yollarla kendiliğinden oluşan plazmalara **doğal plazmalar** denir. İnsan etkisiyle oluşan plazmalara yapay plazmalar denir. Doğal ve yapay plazmalar sıcak ve soğuk ortamlarda gerçekleşebilir. Maddelerin gaz hâllerinin ısıtılmasıyla sıcak plazma, maddenin içinden ışık geçirilerek oluşan plazmalara ise soğuk plazma denir. Yıldız, bulutsu (nebula), yıldırım, alev ve neon tüplerinin içi plazma ortamlarıdır. Evrendeki tüm yıldızlar, Güneş (Resim 4.22) gibi çok yüksek sıcaklıkta plazma ortamı oluşturur. Yüksek sıcaklık etkisiyle Güneş'teki helyum ve döteryum atomları iyonlaşarak elektronlarından ayrılır. Yıldız ve yıldızlar arası ortamı dolduran gaz ve toz bulutlarının oluşturduğu bulutsular sıcak plazma ile oluşan doğal plazmalardır.


Resim 4.22: Güneş

Yıldırım, bulutlarla yer arasında şiddetli elektrik boşalması ile oluşur. Bu elektrik boşalması sonucunda çok yüksek voltajlarda elektrik akımı oluşur. Bu yüksek gerilim havadaki gazları iyonlaştırarak serbest elektronlar ve radikaller oluşturur. Yıldırımlar doğal yollarla oluşan soğuk plazmadır (Resim 4.23).

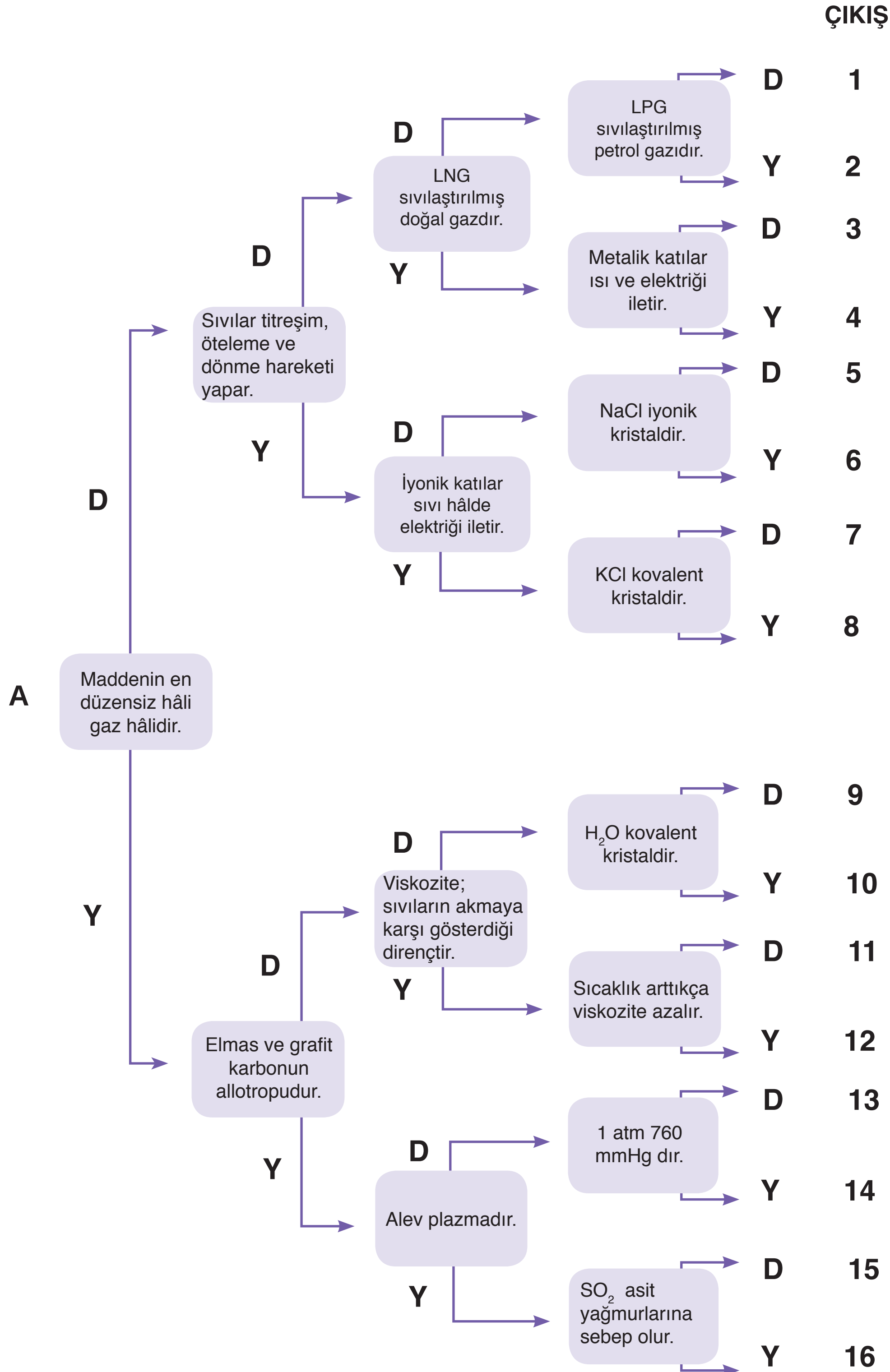

Resim 4.23: Yıldırım

Neon tüplerinde neon, argon gibi soy gazlar kullanılır (Resim 4.24). Bir tüpün içerisine düşük basınçta yüksek voltaj uygulanırsa tüp içerisindeki neon gazı iyonlaşarak serbest elektron ve gaz iyonları oluşturur. Neon tüpleri yapay yollarla oluşan soğuk plazmadır. Alevler günlük hayatta karşılaşılan en yaygın sıcak ve doğal plazma örneğidir. Maddelerin yanması sonucunda oluşan alev çok sıcak gaz ortamıdır. Alevdeki sıcak ortam, maddelerin yanması sonucu oluşan gazları ve havayı iyonlaştırarak plazma oluşturur.


Resim 4.24: Neon Tüpü

Bilişim teknolojilerinden yararlanarak (animasyon, simülasyon, video vb.) maddenin plazma hâlinin tanıtımını yapınız. İlgili görsellere Millî Eğitim Bakanlığı Eğitim Bilişim Ağı (**eba.gov.tr**) adresinden ulaşılabilir.

A) 1. Aşağıda birbiri ile bağlantılı doğru **(D)** ya da yanlış **(Y)** ifadeler içeren tanılayıcı dallanmış ağaç tekniğinde bir soru verilmiştir. "A" ifadesinden başlayıp, cümlenin doğru veya yanlış olduğuna karar vererek ilgili ok yönünde ilerleyiniz. Her bir cevap bir sonraki aşamayı etkileyecektir. Vereceğiniz cevaplarla 16 çıkış noktasından doğru çıkışı bulunuz.



B) Aşağıda A, B, C şehirlerinin deniz seviyesinden yükseklikleri, açık hava basınçları ve suyun kaynama sıcaklıkları tabloda verilmiştir.

Şehir	Yükseklik (m)	Hava Basıncı (atm)	Suyun Kaynama Noktası (°C)
A	0	1	100
B	1524	0,836	95,1
C	3048	0,695	90,1

Tablodaki verilere göre

2. Deniz seviyesinden yükseğe çıkıldıkça kaynama noktası nasıl değişir?

3. Açık hava basıncının değişimi kaynama noktasını nasıl etkiler?

4. Suyun kaynama noktasının yükseklik 0 m iken 100 °C'den fazla olması için hava basıncı değeri nasıl değişmelidir?

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

5. Soğutucu akışkanların genel özelliklerini yazınız.

6. Suyun doğadaki döngüsünü kısaca açıklayınız.

7. Havadan azot ve oksijen gazı nasıl elde edilir?

8. İyonik katıların özelliklerini yazınız.

9. Kovalent ve moleküler katıların özelliklerini yazınız.

10. Boyle-Mariotte Yasası'nı açıklayınız.

11. Kaynama ve buharlaşma nedir? Aralarındaki farkları yazınız.

12. İdeal gaz nedir? Gazlar hangi şartlarda ideale yaklaşır?

13. Gerçek sıcaklık ve hissedilen sıcaklık nedir?

14. Mol ile Avogadro sayısı arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

15. Plazmayı maddenin gaz hâlinden ayıran özellikler nelerdir?

Ç) Aşağıdaki cümleleri okuyarak yanlış ifadeleri belirleyiniz. Yanlış ifadelerin doğrusunu yazınız.

16. ☐ Gazlar birbiriyle her oranda karışarak homojen karışımlar oluşturur.

17. ☐ Molekülleri birbirinden etkilenmeyen ve aralarında çekim kuvveti olmayan gazlara ideal gaz denir.

18. ☐ Gazlar düşük sıcaklık ve yüksek basınçta ideale yaklaşır.

19. ☐ Deniz seviyesinden yükseldikçe atmosfer basıncı artar.

20. ☐ Gaz taneciklerinin ortalama kinetik enerjileri sıcaklığa bağlı ve mutlak sıcaklıkla doğru orantılıdır.

21. ☐ Aynı sıcaklıkta bulunan bütün gaz taneciklerinin ortalama kinetik enerjileri birbirine eşittir.

22. ☐ 304 mmHg basınç, 0,4 atm basıncına eşittir.

23. ☐ Hissedilen sıcaklık, termometrenin ölçtüğü hava sıcaklığından farklı olarak insan vücudunun algıladığı sıcaklıktır.

24. ☐ Kristal katılar; atomlar, iyonlar ve moleküllerin rastgele yığıldığı, eritilmedikçe veya kesilmedikçe belirli bir şekli olmayan katılardır.

25. ☐ Moleküllerin kinetik enerjileri arttıkça moleküller arası çekim kuvvetleri azaldığından genel olarak sıcaklık arttıkça viskozite artar.

D) Aşağıdaki kutularda verilen ifadeleri uygun olan boşluklara yazınız.

mutlak sıcaklık	basınç	LNG	LPG	amorf	kristal	Boltzmann	Faraday
Maxwell	barometre	manometre	asit yağmurları	ideal gaz	gerçek gaz	plazma	Boyle-Mariotte

26. Gazlar hızlı hareket eder, bulundukları kabın çeperine çarpar ve bu çarpma neticesi kaba ………………… uygular.

27. Atmosfer basıncı …………….. ile ölçülür.

28. Gazların fiziksel davranışlarını açıklamak için ……………. , ……………. gibi bilim insanlarının çalışmalarıyla gazlarda kinetik teori ortaya atılmıştır.

29. Gazlarda ortalama kinetik enerji …………….................. ile doğru orantılıdır.

30. Atomlar, iyonlar ve moleküllerin rastgele yığıldığı, eritilmeyip veya kesilmedikçe belirli bir şekli olmayan katılara ………………. katılar denir.

31. İdeal gaz dışındaki gazlara …………….. denir.

32. Atmosfere yayılan SO_2, SO_3, CO_2 ve azot oksitleri (NO_x) gibi gazlar havadaki su buharı ile birleşerek ………………….. sebep olurlar.

33. Bir maddenin serbest elektron, serbest radikal, iyon bulutu, foton ve nötr gaz moleküllerinin bir arada bulunduğu hâline .... denir.

34. Kinetik teorinin varsayımlarına uyan, tanecikleri arası itme ve çekme kuvveti bulunmayan gazlara ……….……. denir.

35. Sıvılaştırılmış doğal gaza ……………….. denir.

E) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

36. I. 456 mmHg ……………… atm
II. 304 cmHg ……………... atm
III. 0,5 atm ……………… cmHg
IV. 76 cmHg ……………… torr

Yukarıda verilen basınç birimleri arasındaki dönüşümler yapıldığında aşağıda verilen seçeneklerden hangisi açıkta kalır?

A) 4 B) 0,6 C) 76 D) 38 E) 760

37. Aşağıda verilen birimlerden hangisi basınç birimi değildir?

A) N/m^2 B) atm C) torr D) mmHg E) Newton

38. Aşağıda gazlarla ilgili verilen yargılardan hangileri doğrudur?

I. Gazın hacmi bulunduğu kabın hacmine eşittir.
II. Gaz molekülleri titreşim, öteleme ve dönme hareketi yapar.
III. Gerçek gazlar arasında itme çekme kuvvetleri ihmal edilir.
IV. Gazlar yüksek sıcaklık ve düşük basınçta ideale yaklaşır.

A) I, II, III ve IV B) I, II ve IV C) I, III ve IV D) II ve III E) III ve IV

39. Yiğit, elindeki helyum gazı ile dolu elastik balonu oynarken elinden kaçırıyor. Balon gökyüzüne doğru yükseliyor.

Buna göre balon ve gazla ilgili aşağıda verilen yargılardan hangisi yanlıştır?

A) Balondaki gazın basıncı artar.
B) Balonun hacmi artar.
C) Bir süre sonra balon patlar.
D) Balona etki eden atmosfer basıncı azalır.
E) Balondaki gazın tanecik sayısı değişmez.

40.

1. Açık hava basıncını ilk ölçen	a) Boyle-Mariotte
2. Basınç – hacim ilişkisi (n ve T sabit)	b) Charles
3. Hacim – sıcaklık ilişkisi (n ve P sabit)	c) Torricelli
4. Basınç – sıcaklık ilişkisi (n ve V sabit)	d) Gay-Lussac

Yukarıdaki tabloda yer alan verilerle bilim insanlarının eşleştirilmesi hangi seçenekte doğru yapılmıştır?

A)

1	c
2	b
3	d
4	a

B)

1	d
2	c
3	a
4	b

C)

1	c
2	a
3	b
4	d

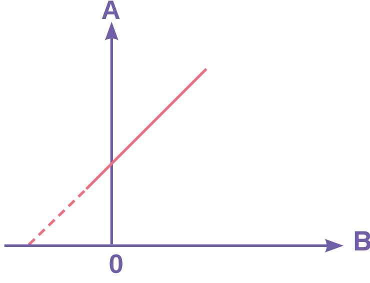
D)

1	b
2	d
3	a
4	c

E)

1	a
2	b
3	d
4	c

41.



İdeal bir gaz için çizilen yukarıdaki grafikle ilgili A ve B nicelikleri yerine aşağıdakilerden hangisi <u>getirilemez?</u>

	A	B
I.	P	V
II.	P	T
III.	V	T
IV.	V	t

A) I, II, III ve IV B) I, II ve IV C) I, III ve IV D) I, II ve III E) Yalnız IV

42. Sabit hacimli bir kapta belirli miktardaki gazın 27 °C'deki basıncı 900 mmHg'dir. **Bu gazın sıcaklığı 227 °C'ye çıkarılırsa basıncı kaç mmHg olur?**

A) 400 B) 600 C) 800 D) 1000 E) 1500

43. I. Mutlak sıcaklık iki katına çıkarılırsa (n-V sabit)

II. Hacim yarıya indirilirse (n-T sabit)

III. Hacim iki katına, mutlak sıcaklık dört katına çıkarılırsa (n sabit)

IV. İdeal pistonlu kaplarda mutlak sıcaklık iki katına çıkarılırsa (n sabit)

Yukarıda ideal gazlarla ilgili verilen değişimlerden hangileri uygulanırsa basınç iki katına çıkar?

A) I, II, III ve IV B) I, II ve IV C) I, III ve IV D) I, II ve III E) II ve IV

44. Saf bir maddenin

- katı hâlde elektriği iletmediği
- sudaki çözeltisinin elektriği ilettiği
- yüksek erime sıcaklığına sahip olduğu bilinmektedir.



Bu maddeyle ilgili

I. İyonik yapıda bir bileşiktir.

II. Kovalent bağlı bir bileşiktir.

III. Ağ örgülü yapıda bir bileşiktir.

IV. Metalik bir katıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) II ve III E) III ve IV

45. Ağzı açık iki özdeş kaba, aynı koşullarda, eşit kütlelerde X ve Y saf sıvıları ayrı ayrı konulmuştur. Bir süre sonra X sıvısının tamamının buharlaştığı, Y sıvısının ise bir kısmının buharlaştığı gözlenmiştir.

Buna göre X ve Y sıvıları ile ilgili

I. X'in buharlaşma ısısı Y'ninkinden büyüktür.

II. X'in moleküller arası çekim kuvveti Y'ninkinden küçüktür.

III. Y'nin kaynama sıcaklığı X'inkinden daha düşüktür.



karşılaştırmalarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve IIII

46. Aşağıdaki koşulların hangisinde helyum gazı ideal gaz davranışına en yakındır?

A) 20 °C sıcaklık 1 atm basınç

B) 295 K sıcaklık 76 cmHg basınç

C) 300 K sıcaklık 1 atm basınç

D) 50 °C sıcaklık 380 mmHg basınç

E) 320 K sıcaklık 2 atm basınç

47. I. Gazların yoğunluğu katı ve sıvılara göre daha düşüktür.

II. Plazmalar manyetik ve elektriksel alandan etkilenir.

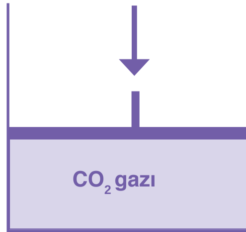
III. Gaz taneciklerinin ortalama kinetik enerjileri mutlak sıcaklığa bağlıdır.

IV. Maddenin en düzensiz ve en düşük enerjili hâli gaz hâlidir.

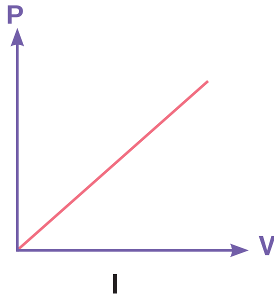
Yukarıda verilen ifadeler doğru (D) veya yanlış (Y) olarak nitelenerek, I, II, III ve IV yolu izlenip sıralandığında aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

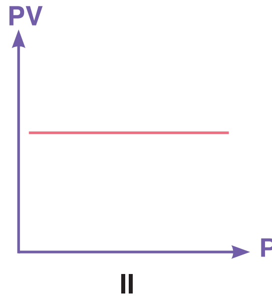
A) D, Y, D, D B) D, D, D, Y C) Y, D, D, D D) D, D, Y, Y E) D, Y, Y, D

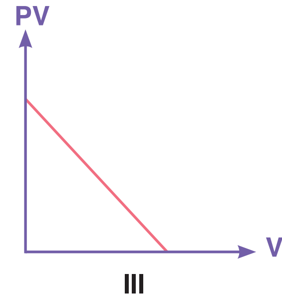
48.



Sabit sıcaklıkta şekildeki sürtünmesiz pistonlu kapta bir miktar CO_2 gazı vardır. Piston ok işareti yönünde bir miktar itiliyor. Bu olaya ilişkin aşağıda verilen grafiklerden hangileri doğrudur?

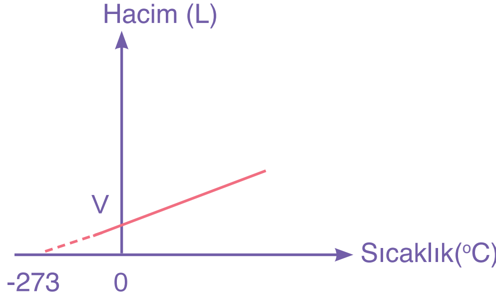






A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I ve III

49.



Belirli miktar bir gazın sabit basınçta hacim sıcaklık değişimi grafikte verilmiştir. Buna göre sıcaklık 546 K olunca hacim kaç V olur?

A) V B) 1,5V C) 2V D) 2,5V E) 3V

50. Aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Saf sıvılarda kaynama belirli bir sıcaklıkta, buharlaşma olayı her sıcaklıkta gerçekleşir.

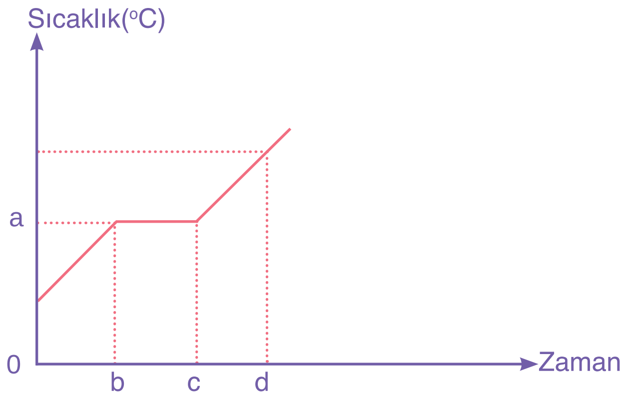
B) Kaynama sıvının her yerinde, buharlaşma sıvı yüzeyinde gerçekleşir.

C) Moleküller arası çekim kuvveti arttıkça kaynama noktası artar, buhar basıncı ve buharlaşma azalır.

D) Sıvı yüzeyinin genişliği, kaynama noktasını ve buharlaşma hızını arttırır.

E) Uçucu olmayan katılar (tuz, şeker gibi) suda çözündüğünde, kaynama noktasını arttırır.

51. Aşağıda arı bir katının ısıtılmasıyla ilgili sıcaklık-zaman grafiği verilmiştir.





Buna göre, aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) a, katının ayırt edici bir özelliğidir.

B) a, katının kütlesiyle değişir.

C) b-c aralığında maddenin katı ve sıvı hâlleri birlikte bulunur.

D) b anından önce madde katı hâldedir.

E) d anında madde tamamen sıvı hâldedir.

52. Aşağıda verilen özelliklerden hangisi katılara ait değildir?

A) Belirli şekli ve hacmi vardır.

B) Maddenin en düzenli hâlidir.

C) Sıkıştırılabilir.

D) Katılardaki boşluk sıvılardakinden azdır.

E) Maddenin en düşük enerjili hâlidir.

5. ÜNİTE
DOĞA VE KİMYA

ÜNİTE BÖLÜMLERİ

5.1. SU VE HAYAT

5.2. ÇEVRE KİMYASI



Canlıların yaşamını sürdürdüğü ve hayat boyunca etkileşimde bulundukları kimyasal, fiziksel, biyolojik, sosyal, kültürel ve ekonomik ortama **çevre** denir. Mutlu yaşamanın en önemli unsuru sağlıklı olmaktır. Sağlıklı bir yaşam sürdürebilmek ise temiz bir çevre ile mümkün olur. Ancak hızlı nüfus artışı ile oluşan düzensiz kentleşme, hızlı sanayileşme gibi faktörler çevrenin kirlenmesine neden olmaktadır. Bu ünitede; suyun canlılar için önemi, su tasarrufunun gerekliliği ayrıca hava, toprak ve su kirliliğinin sebepleri, çevreye zarar veren kimyasal kirleticilerin etkisinini azaltılması konusunda çözüm önerileri öğrenilecektir.





ANAHTAR KAVRAMLAR

- Kimyasal Kirletici
- Kirlilik
- Sera Etkisi
- Sert/Yumuşak Su

İÇERİK

- Suyun varlıklar için önemi
- Dünyadaki kullanılabilir su kaynaklarının sınırlılığı
- Su kaynaklarının korunmasına yönelik proje
- Suyun sertlik ve yumuşaklık özellikleri
- Hava, toprak ve su kirliliğinin sebepleri
- Çevreye zarar veren kimyasal kirleticilerin etkilerinin azaltılması konusunda çözüm önerileri

1. BÖLÜM

SU VE HAYAT

- *Suyun varlıklar için önemi nedir?*
- *Susuz bir hayat olur mu?*
- *Canlılar neden suya ihtiyaç duyar?*



Resim 5.1: İçilebilir su



Resim 5.2: Dünyanın yaklaşık %75'i sudur

BİLGİ KUTUSU

Yetişkinlerde günlük su kaybı 2500-2750 mL civarındadır. Her gün kaybedilen kadar su vücuda alınarak vücudun su dengesi sağlanır.

5.1.1. Suyun Varlıklar İçin Önemi

Su, insanlar başta olmak üzere bitki ve hayvanların en önemli yaşam kaynağıdır. Su canlıların yaşamlarını sürdürebilmesi için bahşedilmiş mucizevi bir kaynaktır (Resim 5.1). Dünyanın yaklaşık %75'i sudur (Resim 5.2). Su hem dünyanın hem de bütün canlıların büyük bir kısmını oluşturur. İnsan vücudundaki su oranı cinsiyet, yaş, günlük aktiviteler ve fiziksel özelliklere göre değişiklik gösterir. Çocukların vücutlarındaki su oranı %75 iken yetişkinlerde bu oran %50-60 aralığında değişmektedir.

İnsan besin almadan haftalarca yaşayabilirken susuz ancak birkaç gün yaşamını sürdürebilir. Canlılardaki hayat; hücreden başlayarak doku, organ ve sistemlerde devam eder. Canlılardaki biyokimyasal olayların tümü sulu ortamda gerçekleşir. Suyun; akıcılık, adezyon, kohezyon gibi özellikleri vardır. Su aynı zamanda çok iyi bir çözücüdür. Karıştırıldığı maddeleri az ya da çok çözer. Bu sayede sürekli minareller alınabilir. Suyun bu önemli özellikleri canlılığın devamlılığı için hayati öneme sahiptir. İnsan ve diğer canlılar için suyun başlıca yararları

- Su, besinlerin sindiriminde rol alırken besinlerin parçalanması ile oluşan atık maddelerin akciğer ve böbreklere taşınıp dışarı atılmasını sağlar.
- Vücudun ısı dengesini sağlar.
- Kanın %83'ü, kemiklerin %22'si, beyin ve kasların %75'i sudur. Su vücudun enerji ihtiyacının karşılanmasında önemli rol oynar.
- Deri ve cildin nemlenmesini sağlar, vücuttaki gözenekleri açık tutar. Erken yaşlanmayı, saçlarda matlaşmayı ve kabızlığı önler.
- Beyin su içerisinde görevini sürdürür. Beyinde suyun azalması beyin fonksiyonlarının kaybolmasına yol açar. Susuz kalındığında sersemlik, algılama yeteneğinde düşme, karar verme mekanizmasında bozulmalar olur.
- Böbreklerin dengeli çalışmasını sağlar.
- Vücutta oluşan toksik maddelerin dışarı atılmasını sağlar.
- Kanın işlevini yerine getirmesini sağlar. Vücuda alınan besinler ve oksijen gazı kanla birlikte hücrelere taşınır.
- Hayati organlara yastık görevi yapar.
- Kayganlaştırıcı etkisi nedeniyle eklem ve organların rahat çalışmasını sağlar.
- Nefes alıp verme sırasında boğazda kurumaları önler. Yutkunmayı kolaylaştırır ve rahat nefes almayı sağlar.
- Vücuttaki su dengesi, dikkat yetersizliği sorununu gidermeye yardımcı olur. Gerginlik, stres ve hâlsizlik hâllerinin hafiflemesine yardımcı olarak uykuyu düzenler.
- Metabolizmayı hızlandırır, günlük harcanan kalori miktarını arttırarak kilo vermeyi kolaylaştırır.
- Suda yaşayan canlılar solungaçlarıyla, suda çözünmüş oksijeni alarak yaşamlarını sürdürürler.

- Bitkiler topraktaki suda çözünmüş maddeleri kökleriyle alır. Suyun çözücülük özelliği bitkiler için hayati öneme sahiptir. Bitkilerin besinlerini yapmada kullandıkları temel maddeler, yapraklara kadar su ile iletilir.

Bunların yanı sıra kişisel ve genel temizlik amacıyla su kullanılmaktadır. Kişisel temizliğe dikkat etmeyen bireyler kötü göründüğü gibi çevredeki insanlar için de sağlık açısından tehdit oluştururlar. Bitlenme, uyuz, ishal, kolera gibi hastalıklar kişisel temizliğe dikkat etmemekten oluşur.

Kısacası su hayattır. Susuz yaşam olmaz. Suyun bulunduğu yerde canlı bir hayat ve huzurlu bir yaşam vardır.

5.1.2. Dünyadaki Kullanılabilir Su Kaynakları ve Su Tasarrufu

Dünyanın oluşumu yaklaşık 5 milyar yıldır devam etmektedir. Oluşumundan bu yana dünyanın 3/4'ü sudur. Dünyadaki su miktarı sabittir. Dünyanın çoğu su olduğuna göre su kaynaklarının çoğu kullanılabilir su mudur? Yeryüzünde yaşayan insanların bir kısmı neden su sıkıntısı çekmektedir? Su tasarrufu yapmak sürdürülebilir bir hayat için neden önemlidir?

Dünyanın dörtte üçü suyla kaplı olmasına rağmen bu suyun sadece %3'ü kullanılabilmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü verilerine göre dünyada yaklaşık bir milyar insan temiz suya ulaşamamaktadır. Susuzluk nedeniyle oluşan hastalıklar sonucu, her yıl çok sayıda insan yaşamını yitirmektedir. 22 Mart Dünya Su Günü'nde bütün dünyada suyun önemine dikkat çekilmektedir.

Dünyadaki su miktarı yaklaşık 1,4 milyar kilometreküptür. Bu suyun %97'sini tuzlu su %3'ünü de tatlı su kaynakları oluşturmaktadır. Dünyadaki tuzlu su kaynakları işlenmeden kullanılamamaktadır. Tuzlu su kaynaklarından kullanılabilir su elde etmek zor ve pahalı bir yöntemdir. Bir başka çarpıcı rakam ise dünyadaki su tüketiminin %75'inin tarımda sulamada kullanılmasıdır. Bu yüzden gıda üretimi için de suyun çok büyük bir önemi vardır.

Sanayileşme, nüfus artışı, suların kirlenmesi ve bilinçsiz su tüketimi nedeniyle kullanılabilir su kaynakları hızla azalmaktadır. Dünyanın her zamankinden fazla suya ihtiyacı vardır.

Yurdumuzun üç yanı denizlerle çevrilidir. Ayrıca birçok yerinde dereler, nehirler ve göller bulunmaktadır. Buna rağmen Türkiye, kullanılabilir su kaynağı bakımından "su fakiri" bir ülke sayılmasa da "su zengini" bir ülke olarak da nitelenemez. Türkiye'nin asıl sorunu su kaynaklarının bilinçsizce ve verimsiz kullanılmasıdır. Tarımda vahşi sulama olarak adlandırılan salma sulama ile su kaynakları tüketilmektedir. Sanayi bölgelerinde atık suların %25'i arıtılmamaktadır. Bu yüzden bir litre atık su sekiz litre temiz suyu kirletmektedir. Kuraklık, sera etkisi ve kirleticilerin etkisiyle su kaynakları ve birçok göl kurumaktadır. Bu yüzden hem dünya genelinde hem de ülkemizde kullanılabilir su, hızla azalmakta; dünya nüfusunun artışıyla da su ihtiyacı hızla artmaktadır. Bu nedenlerle ülkemiz ve dünyada su tasarrufu zorunlu hâle gelmiştir (Resim 5.3).

Evlerde kullanılan suyun yaklaşık %35'i banyoda, %30'u tuvalette, %20'si çamaşır ve bulaşık yıkamada, %10'u yemeklerde ve içme suyunda, %5'i de temizlik amacıyla kullanılmaktadır. Su, sağlık ve ekonomi açısından bir değerdir. Bu değeri kişisel veya toplumsal olarak bazı tasarruf önlemleriyle koruyabiliriz.

BİLGİ KUTUSU

Dünyadaki suyun %97'si tuzlu sudur. Okyanus, deniz ve tuz göllerinin suları tuzlu olduğu için günlük yaşamda kullanılamaz. Nehirler, akarsular, tatlı su gölleri ve yeraltı suları kullanılabilir su kaynaklarıdır.



Resim 5.3: Su tasarrufu

Su tasarrufu için alınabilecek önlemler

- Bozuk musluklar tamir edilmelidir.
- Musluk ve duş başlıklarında su akışını azaltan, su basıncını arttıran sistemler kullanılmalıdır. Diş fırçalarken ve tıraş olurken musluklar sürekli açık tutulmamalıdır.
- Bulaşık ve çamaşır elde değil biriktirerek makinede yıkanmalıdır.
- Duş yaparken musluk sürekli açık tutulmamalı ve duş süresi mümkün olduğunca uzatılmamalıdır.
- Sebze ve meyvelerin yıkandığı sularla çiçek ve ağaçlar sulanmalıdır.
- Yağmur yağma ihtimalinde arabalar yıkanmamalı veya bahçeler sulanmamalıdır.
- Otomobilleri yıkarken sünger, kova kullanılmalı ve hortum uçlarına su püskürtmek için geliştirilmiş aparatlar takılmalıdır.
- Tarım arazilerini sulamada salma sulama yerine damlama sulama yapılmalıdır.
- Atık sular arıtılarak yeniden kullanılmalıdır.
- Suyu kirleten maddeler çevreye atılmamalıdır (Resim 5.4).



Resim 5.4: Su kirleticiler

Sürdürülebilir bir hayat için su kaynaklarını korumak ve su tasarrufu yapmak her vatandaşın ülkesine ve dünyaya karşı sorumluluğudur.

5.1.3. Su Kaynaklarının Korunması İçin Proje Tasarlama

Giriş

Su, canlı yaşamının vazgeçilmez ve en önemli ihtiyaç maddesidir. Dünyadaki içilebilir su kaynakları; düzensiz kentleşme, nüfus artışı, sanayileşme ile sera gazlarında artış gibi nedenlerle giderek azalmaktadır. Dünyanın büyük bir bölümünü su oluştursa bile bu suların ancak %3'ü içilebilir özelliktedir. Su kaynaklarının çoğunluğunu buz kütleleri oluşturmakta, bu suların ancak %0,007'si kullanılabilmektedir. Kullanılabilir su kaynakları çok az olmasına karşın su tüketimi hızla artmaktadır. Buna bağlı olarak insanlar, önümüzdeki yıllarda susuz kalma riskiyle karşılaşacaklardır. Bu riski azaltmanın yolu mevcut su kaynaklarının verimli kullanılmasından geçmektedir. Bu amaçla su tüketim miktarının düşürülmesine ilişkin yöntemlerle birlikte sürdürülebilir su ve atık su yönetimi için su tasarrufu modellerinin geliştirilerek su kaynaklarının korunması gerekmektedir.



Resim 5.5: Susuzluktan kaynaklanan kuraklık

Bir ülkenin su zengini sayılabilmesi için kişi başına düşen yıllık su miktarı en az 8000-10000 m^3 arası olmalıdır. Türkiye'de kişi başına düşen su miktarı 1430 m^3'tür. Bu nedenle Türkiye su zengini bir ülke değildir. 2030 yılında, bu miktar 1100 m^3'e düşecek ve su sıkıntısı çekilecektir (Resim 5.5). 2050 ve daha sonraki yıllarda Türkiye'nin çok ciddi su sorunları olacaktır. Bu durum sadece ülkemizin sorunu değil küresel anlamda çözüme ulaştırılması gereken bir dünya sorunudur.

Projenin Amacı ve Kapsamı

Azalan su kaynaklarına karşın hızla artan su ihtiyaçlarını karşılayabilmek için; su tasarrufu modellerinin geliştirilmesi, yaygınlaştırılması ve suyun geri dönüşümünden yararlanarak su kaynaklarının korunması gerekmektedir.

Proje özellikle az yağış alan bölgeler ile mevcut su kaynaklarının kullanılmasının kısıtlı olduğu ya da var olan su kaynaklarının kullanımında yeterli teknolojilerin bulunmadığı alanlarda; su tasarruf modellerinin kullanılarak suyun verimli kullanılmasını ve kullanılmış suların yeniden değerlendirilmesini kapsamaktadır.

Projenin Hedefleri

Projenin genel hedefi; su tasarruf modellerinin geliştirilip yaygınlaştırılması ve sınırlı olan su kaynaklarından tasarruf ile minimum oranda harcama yapılarak maksimum oranda faydalanılmasını sağlamaktır.

Su Tasarruf Modellerinin Geliştirilmesi

Kullanılmış suların arıtılarak yeniden kullanımı

1. Gri su arıtımı ve yaygınlaştırılması

2. Yağmur sularının toplanarak değerlendirilmesi

Su tüketim oranlarının düşürülmesi, bilinçlendirme ve eğitim çalışmaları

1. Su kullanım alışkanlıklarının değiştirilmesi

2. Su tüketimini azaltan teknolojik sistemlerin kullanılması

3. Su kayıpları kontrolü

Tarımda kullanılan su miktarının azaltılması ve modern sulama tekniklerinin uygulanması projesi

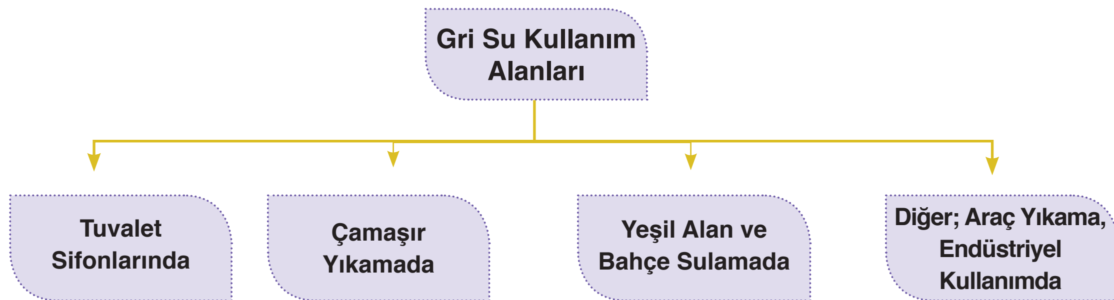
Su Tasarruf Modellerinin Geliştirilmesi

a) Kullanılmış suların arıtılarak yeniden kullanımı

1. Gri su arıtımı ve yaygınlaştırılması

Gri su olarak adlandırılan foseptik atığı içermeyen; duştan, küvetten ve lavabodan gelen evsel atık sular, sarı su ve kahverengi su olarak adlandırılan kanalizasyon sularından farklı bir tesisat yolu ile ayrılıp arıtılmalı ve bu suların yeniden kullanımı sağlanmalıdır.

Gri su kullanım alanları aşağıdaki gibi sınıflandırılır;

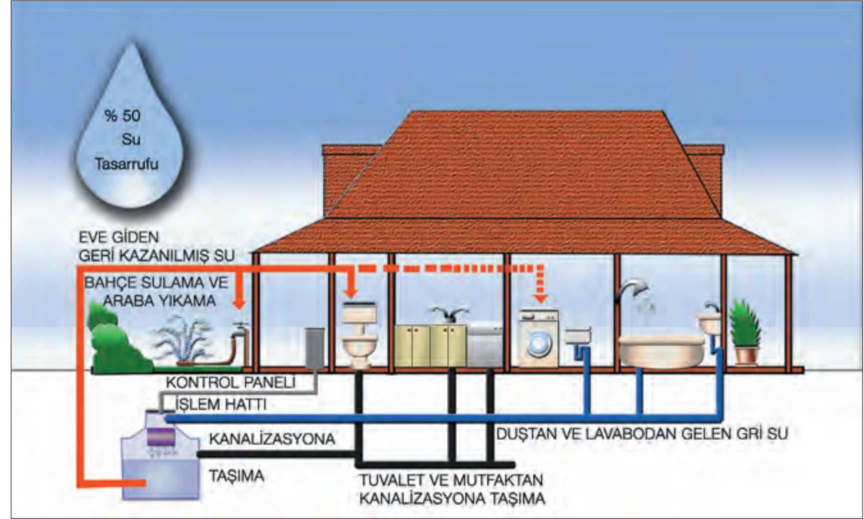


Arıtılmış Gri Su Kullanımının Faydaları

- Su tüketiminin azaltılması
- Enerji ve kimyasal kullanımının azaltılması
- Arıtma tesislerinin ve septik tankların yükünün azaltılması
- Sulama yapıldığında bitki gelişimini sağlayan maddelerin tekrar kullanımının sağlanması.

2. Yağmur Sularının Toplanarak Değerlendirilmesi

Çatı oluklarında toplanan yağmur sularının yeniden kullanımı su tüketimini azaltıcı önlemlerden olup su tasarrufu sağlamaktadır. Toplanan yağmur suyunun tuvalet sifonları ve bahçe sulamalarında kullanılmasıyla su tüketimi azalmaktadır. Yağmur suyunun %90 oranında kullanılmasıyla %50'ye yakın su tasarrufu sağlanabilmektedir (Şekil 5.1).



Şekil 5.1: Gri suların arıtımı

b) Su Tüketim Oranlarının Düşürülmesi, Bilinçlendirme ve Eğitim Çalışmaları

Su kullanım alışkanlıklarının değiştirilmesi

- Diş fırçalarken, tıraş olurken musluğun açık bırakılmaması
- Daha kısa süreli duş
- Sebzeleri musluk altında yıkamak yerine su dolu bir kapta yıkamak vb.

Su tüketimini azaltan teknolojik sistemlerin kullanılması

- Sensörlü musluklar
- Kademeli sifon sistemi
- Düşük akışlı duş başlıkları kullanılması
- Yağmur sularını toplama sistemi vb.

Su kayıpları kontrolü

- Bir su şebekesi mevcutsa şebekede yaşanan fiziksel kayıp ve diğer kayıpların en aza indirilmesi







1. Su Kullanım Alışkanlıklarının Değiştirilmesi

Tüketicilerin kullandıkları suyu azaltarak tasarruf etmeyi sağlayacak çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan birisi su kullanım alışkanlıklarının değiştirilmesidir. Diş fırçalarken, tıraş olurken musluğun açık bırakılmaması, damlayan su tesisatlarının tamir edilmesi, duş süresinin azaltılması, sebzelerin musluk altında değil de su dolu bir kapta yıkanması gibi alınabilecek önlemlerle önemli miktarda su tasarrufu sağlanabilir.

2. Su Tüketimini Azaltan Teknolojik Sistemlerin Kullanılması

Evlerde kullanılan bazı aparatların su tasarrufu sağlayan özellikte olanlarla değiştirilmesi su tüketimini azaltabilir. Dört kişilik bir ailenin fertleri günde bir kez sifonu amacı dışında çekerse, yılda yaklaşık 16 ton su harcamış olur. Oysa kademeli sifonlama sistemleri ile bu su kaybı yaklaşık %50 oranında azaltılabilir. Diş fırçalarken, tıraş olurken, duş alırken suyun açık bırakılmasıyla yılda kişi başı ortalama 12 ton su boşa harcanmış olur. Bunun yerine sensörlü musluklar ve düşük akışlı duş başlıklarının kullanılmasıyla büyük oranlarda su tasarrufu sağlanabilir. Ayrıca az su tüketen tesisat sistemlerinin kullanımıyla su tüketimi ve buna bağlı olarak atık su miktarı azalmaktadır.

3. Su Kayıplarının Kontrolü

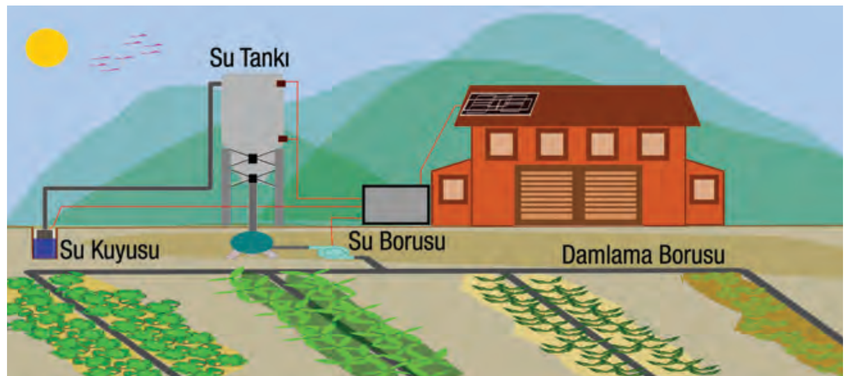
Şehir su şebekelerinde oluşan kayıpların azaltılması su tasarrufu yöntemlerinden biridir. Bu kayıplar; eskimiş şebeke borularındaki su sızıntıları ve tamirat sırasındaki kayıplardan, sayaç kayıt hatalarından, kayıt dışı aboneliklerden kaynaklanmaktadır.

Fiziksel su kayıplarının önlenmesi için su tüketim değerleri şebeke ölçümleri ile doğru olarak tespit edilmeli ve eskiyen borular değiştirilmelidir. Fiziksel olmayan kayıpların önlenmesi için kalibre edilmiş sayaçlar takılmalı, park sulamalarında etkin sulama sistemleri kullanılmalı ve tüketici şikayetleri dikkate alınmalıdır.

Su kayıplarının minimum seviyeye indirilmesi için mevcut kaynakların verimli kullanılması, su tüketim oranlarının akılcı kullanımla düşürülmesi hedeflenmektedir. Bu konuda toplumun tüm kesimlerinde farkındalığın ve bilinçlendirme çalışmalarının arttırılması gerekmektedir.

c) Tarımda Kullanılan Su Miktarının Azaltılması Ve Modern Sulama Tekniklerinin Uygulanması Projesi

Yağmurlama ve damlama (Şekil 5.2) gibi modern sulama tekniklerinin uygulanması sonucu daha çok alanın daha az miktarda su ile sulanabilmesi mümkündür. Ülkemizde sulamanın %85'i geleneksel olan salma sulama yöntemi ile %15'i ise modern olan damlama ve yağmurlama sistemleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Salma sulamada bitki suyun yaklaşık %30-35'ini kullanabilmekte iken modern sulama sistemlerinde suyun %90-95'ini kullanarak maksimum seviyede fayda sağlamaktadır. Ülkemizde modern sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması ile tarımsal kullanımdaki %10'luk tasarruf, sanayideki kullanımı %50, içme ve kullanma suyundaki kullanımı %100 arttırmaktadır. Tarımda ürün verimi ve kalitesini arttırmak açısından sulama önemli bir rol oynamaktadır. Ancak bilinçsiz yapılan sulama ürün verimine bir katkı sağlamamaktadır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de su tüketiminin yaklaşık %70'i tarımda kullanılmaktadır.



Şekil 5.2: Damlama sulama sistemi

Tarımsal amaçlı kullanılan suyun içilebilir sular yerine alternatif su kaynaklarından karşılanması gerekmektedir.

Su Tasarruf Modellerinin Geliştirilmesi proje örneğinden hareketle, siz de bireysel ya da grup olarak su kaynaklarının korunmasına yönelik özgün bir proje geliştirerek topluluk önünde sunumunu yapınız.

5.1.4. Suyun Sertlik ve Yumuşaklık Özellikleri

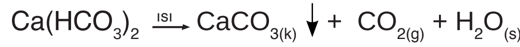
İçme suyu; göl, nehir, akarsu ve yer altı kaynaklarından sağlanabilir. Yüzey sularının özelliklerini; içerisinde bulunan çözünmüş katı maddeler yani katyon ve anyonlar, askıda kalan katı maddeler, organik bileşikler, çözünmüş gazlar, renk ve koku veren kimyasallar belirlemektedir. Yüzey suları ayrıca magnezyum, kalsiyum, suda asılı katı madde, demir, mangan ve organik maddeler de içerebilir. Yüzey sularının arıtılmadan içme suyu olarak kullanılması uygun değildir. Bu nedenle yeryüzü sularını içme suyu olarak kullanmanın maliyeti oldukça yüksektir.

İçerisinde Ca^{2+} ve Mg^{2+} katyonları bulundurmayan ya da çok az miktarda bulunduran sulara **yumuşak su** denir.

İçerisinde Ca^{2+} ve Mg^{2+} katyonlarını çok miktarda bulunduran sulara **sert su** denir.

Sulardaki sertlik iki türlüdür. Sulardaki bikarbonat iyonlarının (HCO_3^-) oluşturduğu $Ca(HCO_3)_2$ ve $Mg(HCO_3)_2$ bileşiklerinin yol açtığı sertliğe **geçici sertlik** denir.

Geçici sertlik kaynatma gibi basit işlemlerle giderilebilir.



$$Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{ısı} CaCO_{3(k)}\downarrow + CO_{2(g)} + H_2O_{(s)}$$

Kaynatarak sertlik giderme küçük hacimli miktarlarda uygulanır. Sudaki HCO_3^- iyonları kireç suyu [$Ca(OH)_2$] eklenerek çöktürülebilir.

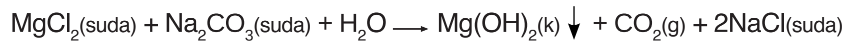


$$Mg(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_{3(k)}\downarrow + Mg(OH)_{2(k)}\downarrow + CO_{2(g)} + H_2O_{(s)}$$

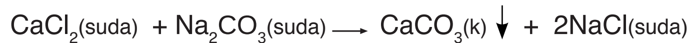
Kalsiyum (Ca^{2+}) ve Magnezyum (Mg^{2+}) iyonlarının klorür ve sülfat tuzlarının oluşturduğu sertliğe **kalıcı sertlik** denir.

Yağmur suları yeryüzünde ve yer altında deniz ve göllere doğru ilerlerken kireçli topraklardan geçtiklerinde kireci çözerler. Bunun sonucunda Ca^{+2} iyonları suya karışır. Benzer şekilde toprak katmanlarındaki magnezyum bileşiklerinin suda çözülmesiyle bu sulara Mg^{2+} iyonları karışır. Kireçli su olarak adlandırılan sert suların tadı acıdır. Ancak sağlık açısından tehlikeli değildir. Hatta Ca^{2+} iyonu kemik gelişimi için önemli olduğundan bazı durumlarda sert sular daha faydalı olabilir. Ancak sert sular temizlik amacıyla kullanıldığında sabunun köpürmesini engeller. Sıcak sert sular çaydanlık, kazan ve boruların içerisinde taş oluşumuna neden olur. Bu nedenle sert sular kullanılmadan önce arıtılmalı ya da taş oluşumunu engelleyici önlemler alınmalıdır.

Sulardaki Mg^{2+} ve Ca^{2+} iyonlarından oluşan bu kalıcı sertlik Na_2CO_3 (soda) kullanılarak giderilir.



$$MgCl_{2(suda)} + Na_2CO_{3(suda)} + H_2O \longrightarrow Mg(OH)_{2(k)}\downarrow + CO_{2(g)} + 2NaCl_{(suda)}$$



$$CaCl_{2(suda)} + Na_2CO_{3(suda)} \longrightarrow CaCO_{3(k)}\downarrow + 2NaCl_{(suda)}$$

Sert Suyun Özellikleri

- Temizlikte daha fazla sabun kullanılmasına sebep olur.
- Hoş olmayan acımsı bir tadı vardır.
- Çamaşırları yıpratır ve grileştirir.
- Sert sular kaynatıldıklarında kabın dibinde kireç tortusu bırakır.
- Sıcak su kullanılan boru, çamaşır makinesi, mutfak eşyaları gibi araçlarda kireçlenme oluşturur.
- Sert sularla yapılan çay bulanık olur.
- Su şebekelerinde kullanılan borularda sert sulardan kaynaklanan kalsiyum karbonat ve magnezyum karbonat birikerek su akışını zorlaştırır.
- Su ısıtma araçlarında biriken kireç daha fazla enerji tüketimine yol açar.



Resim 5.6: Rezistans

Yumuşak Suyun Özellikleri

- Yumuşak su ile daha az sabun ve temizlik malzemesi kullanılır.
- Su ısıtma araçlarının ömrü daha uzun olur.
- Yumuşak suyun içim lezzeti daha iyidir.
- Çamaşır ve bulaşık makinelerinin rezistans ömrü uzun olur, enerji tüketimi azalır (Resim 5.6).
- Yumuşak sularla yapılan çay daha berrak olur.
- Yumuşak sularda daha az kireç tortusu oluştuğu için su tesisatlarına zararı az olur.
- Yumuşak suyla banyo yapıldığında cilt yumuşak, saçlar parlak olur.

BİLGİ KUTUSU

1 Alman Sertliği: 1 L suda 10 mg CaO

1 Fransız Sertliği: 1 L suda 10 mg $CaCO_3$

1 İngiliz Sertliği: 0,7 L suda 10 mg $CaCO_3$ içerir.

Suyun sertlik dereceleri ve içilebilirlik özelliği Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1: Suyun Sertlik Dereceleri

Su Sınıfı	İngiliz Sertlik Derecesi	Alman Sertlik Derecesi	Fransız Sertlik Derecesi	ppm (mg/L)	Suyun İçilebilirliği
Çok yumuşak	0 - 5	0 - 4	0 - 7	0 - 72	İçilebilir
Yumuşak	5 - 10	4 - 8	7 - 14	72 - 145	İçilebilir
Orta sert	10 - 15	8 - 12	14 - 22	145 - 215	İçilebilir
Sert	15 - 23	12 - 18	22 - 32	215 - 325	İçilemez
Çok sert	23 - 38	18 - 30	32 - 42	325 - 545	İçilemez
Aşırı sert	38 üzeri	30 üzeri	42 üzeri	545 üzeri	İçilemez ve kullanılamaz

2. BÖLÜM

ÇEVRE KİMYASI

- *Hava, toprak ve suyun kirlenmesine hangi maddeler neden olur?*
- *Çevre kirliliği oluşturan maddelerin hava, toprak ve suya etkileri aynı mıdır?*
- *Kirleticilerin sağlık üzerine etkileri neler olabilir?*

5.2.1. Hava, Toprak ve Su Kirliliğinin Sebepleri

Dünyadaki sanayileşme ile endüstriyel ürünlerin üretimi artmıştır. Kaynakların hızlı kullanılması, üretimi arttırırken doğanın dengesini de bozmaktadır. Ayrıca sanayi atıklarının doğaya bilinçsizce bırakılması çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Tarım ilaçları, boya, plastik, gübre, egzoz ve baca gazları, deterjan gibi maddeler havayı, toprağı ve suları kirletmektedir.

a) Hava Kirleticiler

İnsan sağlığına, canlı hayatına ve ekolojik dengeye zararlı olabilecek katı, sıvı ya da gaz hâlindeki yabancı maddelerin atmosferde bulunması hava kirliliği olarak tanımlanmaktadır. Tozlar, sera gazları, zehirli gazlar, ozon tüketen gazlar hava kirliliği oluşturan maddelerdir.

Fabrika bacalarından çıkan duman, diğer baca ve araba egzozlarından çıkan gazlar ve asbest hava kirliliğine sebep olan temel maddelerdir.

Fosil yakıt olan kömür ve petrolün yanması ile oluşan azot oksitler (NO_x), kükürt oksitler (SO_x), CO ve CO_2 gazları havayı kirleten gazlardır.

Bu ametal oksitlerinin oksijence zengin olanları SO_2, SO_3, CO_2 ve NO_2 havadaki su buharı ile birleşerek asit yağmurlarına neden olur. Ayrıca NO_2, SO_2, SO_3 gibi gazlar solunum yolu hastalıklarına, astım ve zehirlenmeye neden olur.



Resim 5.7: Hava kirliliğine yol açan gazlar

Hava Kirliliği Kaynakları

Atmosfer kirliliğine, fabrika ve motorlu araçlarda kullanılan fosil yakıtların yanması ile oluşan partikül (küçük katı parçalar) ve zararlı gazlar sebep olur. Bu gazlar azot oksitler (NO_X), hidrokarbonlar, karbon monoksit (CO), kükürt dioksit (SO_2), kükürt trioksit (SO_3) gibi gazlardır. Sanayi ve teknolojinin gelişmesiyle bu gazların atmosfere salınımı sürekli artmaktadır (Resim 5.7).

Volkanik patlamalar, doğal yangınlar gibi olaylarda da açığa çıkan gazlar kirliliğe sebep olmaktadır.

Atmosfere yayılan SO_2, SO_3, CO_2, azot oksit (NO_X) gibi gazlar havadaki su buharı ile birleşerek asit yağmurlarına sebep olurlar.



$$3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$$



$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$ gibi tepkimelerle asit oluşur.

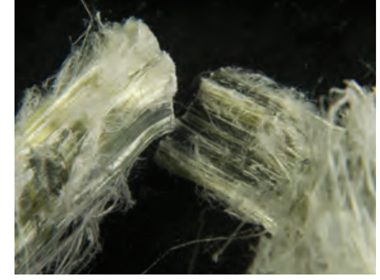
Asit yağmurları

- Yeryüzündeki bitki örtüsüne ciddi zararlar verir.
- Su kaynaklarında asit oranını arttırarak suyu kirletir ve sudaki canlı hayata zarar verir.
- Binalarda, tarihî eserlerde, diğer yapılarda, araçlarda aşınma ve korozyona sebep olur.
- Toprak yapısını olumsuz etkileyerek toprağı verimsizleştirir.

Fosil yakıtlardan oluşan CO gazı, güneş ışığının etkisi ile kimyasal tepkimelerle, yoğun duman içinde boğucu sis oluşturur.

Oluşan sis astım gibi akciğer hastalığı olanlara ve bitkilere çok zararlıdır. CO gazı çok zehirleyici bir gazdır. Solunum ile alındığında hemoglobinin oksijen ile bağlanmasını engelleyerek zehirlenmelere neden olur.

Bir azot oksit olan NO gazı az da olsa CO gazı gibi aynı etkileri yapar. Fosil yakıtlarından açığa çıkan CO_2 gazının asit yağmurlarına etkisi azdır. CO_2 gazının en büyük zararı atmosferde birikerek atmosferin ısınmasına neden olmasıdır. Hava kirliliği yapan önemli maddelerden birisi de asbesttir. Asbest fiberli (lifli) yapıya sahip bir mineraldir. Asbest fiberleri çimento ve dokumayla karıştırılarak ısıya dayanıklı hâle getirilir. Isıya karşı dayanıklılığı nedeniyle lamba fitillerinde, fren balatalarında, conta yapımında, binalarda aleve dayanıklı izolasyon malzemesi olarak kullanılır. Asbest, kömürün yapısında doğal olarak bulunur. Kömürün yanması ile havaya karışır. Asbest, kanserojen bir maddedir. Asbest fiberleri (Resim 5.8) havada solunur hâle geldiklerinde fiberler akciğer zarında birikerek, akciğer zarının zedelenmesine ve kansere neden olur. Ayrıca karın zarı kanserlerine yol açar.



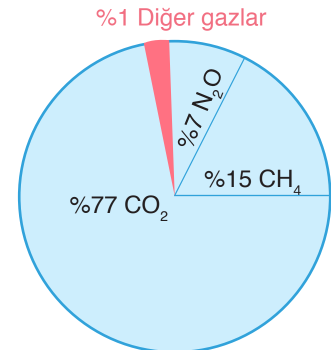
Resim 5.8: Asbest fiberi

Dünya atmosferi yaklaşık hacimce %78 N_2, %21 O_2, %1 soy gazlar, CO_2 ve su buharından oluşur. Güneşten gelen kısa dalga boylu ışınlar atmosferi geçerek yeryüzünü ısıtır. Atmosferdeki gazlar yeryüzündeki ısının bir kısmını soğurarak tutar ve yeryüzünün soğumasına engel olur. Atmosferin ışığı hem tutma hem de geçirme özelliği vardır. Atmosferin ışığı tutması sayesinde yeryüzü sularının sıcaklığı dengede kalır. Böylece denizlerin, okyanusların donması engellenir. Bu şekilde oluşan atmosferin ısıtma ve yalıtma etkisine **doğal sera etkisi** denir. Yerküre atmosferindeki doğal sera gazları; su buharı, CO_2, CH_4, N_2O ve O_3 (ozon) gazlarıdır. Sera etkisi doğal olduğu zaman atmosfere yararlıdır. Çünkü yerküredeki sıcaklığın dengede olmasını sağlar.

BİLGİ KUTUSU

Atmosferdeki CO_2 deniz ve okyanuslarda çözünerek bitkilerin fotosentez yapmasında harcanır. Bitki örtüsü ve ormanlar azaldıkça fotosentezde harcanan CO_2 miktarı azalır. Böylece atmosferdeki CO_2 miktarı artarak sera etkisi yapar.

Yerleşim amacıyla ormanların kesilerek yok edilmesi, fosil yakıtların aşırı kullanımı, atmosferdeki CO_2, su buharı ve metan gazının atmosferde aşırı artışına neden olmaktadır. Bu gazların atmosferdeki aşırı artışı, atmosferin gereğinden fazla ısınmasına neden olur. Sera etkisi ile atmosferin aşırı ısınması sonucu; buzullar erir, okyanuslar yükselir, kıyı kesimlerinde toprak kayıpları ve iklimlerde değişmeler olur. Mevsimlerin zamanı değişerek ilkbahar erken, sonbahar geç gelir. Dünyanın bazı yerlerinde aşırı yağışlar olurken bazı yerlerinde kuraklık olur. İklim değişikliklerinden dolayı bitki örtüleri de değişir. Bazı canlı türleri yok olmaya başlar. Küresel ısınmaya en çok etkisi olan başlıca sera gazları: CO_2, CH_4 ve N_2O'dur. Bunun yanında kloroflorokarbon bileşikleri (CFC) olarak bilinen CF_2Cl_2 ve CCl_3F bileşikleri de sera etkisi yapar. Sera etkisine CO_2'nin katkısının yaklaşık %77 olduğu tahmin edilmektedir (Şekil 5.3). Sera etkisi ile son yüz senede dünyamızın sıcaklığı 0,75 °C artmıştır.



Şekil 5.3: Sera etkisine yol açan gazların miktarı

Ozon Tabakasının İncelmesi

Ozon, atmosferin stratosfer katmanında 10 ve 15. km'ler arası bulunur. Normal basınç ve sıcaklıkta ozonun (O_3) toplam miktarı, yeryüzünü 3 mm kalınlıkta kaplayacak bir tabakaya eşdeğerdir. Ozon tabakası, Güneş'ten gelen yüksek enerjili ve zararlı ultraviyole (UV) ışınlarını soğurarak insan ve diğer canlıları bu zararlı ışınlardan korur.

Atmosferdeki ozon miktarını azaltarak ozon tabakasının incelmesine ve delinmesine neden olan başlıca kirleticiler:

- Sprey, deodorant gibi aerosollerde kullanılan itici gazlar
- Şimşek çakması, uçak motorlarının yüksek ısısı nedeniyle oluşan azot oksitleri
- Soğutucularda (buzdolabı, klima) kullanılan kloroflorokarbon bileşikleridir.

CFC bileşikleri ışık etkisiyle bozulunca oluşan klor radikalleri ozon ile tepkimeye girerek ozonun delinmesine neden olur.

BİLGİ KUTUSU

Ozon tabakasında gerçek bir delinme yoktur. "Ozon tabakası delindi." denmesinin nedeni o bölgede ozon derişiminin kirleticilerin etkisiyle azalmasıdır.

Ozon tabakasının delinmesi sonucunda Güneş'ten gelen zararlı mor ötesi (UV) ışınlar fazla miktarda atmosfere ulaşır. Bu ışınlara maruz kalan insanlarda cilt kanserlerine yakalanma riski artar.

Ozon tabakasını korumak için ozon tüketen maddelerin ve kloroflorokarbonların üretim ve tüketimi dünya genelinde yasaklandı. Bu amaçla "Montreal Protokolü" adı verilen antlaşma birçok ülke tarafından kabul edildi. Ozon tabakasına zarar veren kimyasalları kullanmayarak bilinçli bir tüketici olmak zorundayız. Bu konuda çevremizdeki diğer insanları bilinçlendirmeli ve gerektiğinde uyarmalıyız.

b) Su ve Toprak Kirleticiler

Günümüzde sanayileşme ile endüstrinin gelişmesi ve endüstriyel tesislerden katı, sıvı ve gaz atıkların çevreye bırakılması, nüfus artışı ile birlikte yerleşim alanlarının artması suyun ve toprağın kirlenmesine sebep olmuştur. Başlıca su ve toprak kirleticiler; plastik, detarjan, organik sıvı, ağır metal, pil ve endüstriyel atıklardır. Suyu kirleten her şey toprağı da kirletir. Bazı kirleticiler, görüntü kirliliği ve ortama verdiği zararlar bakımından toprak ve suda farklı etkiler yaratabilir. Kirleticiler suyun ve toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik yapısını değiştirerek zarar verir (Resim 5.9).



Resim 5.9: Su kirliğinin canlılara etkisi

Su ve toprak kirliliği oluşturan maddeler ve zararları şunlardır:

Plastikler

Polimerlerden oluşan PET (Polietilen tereftalat) şişelerin, plastik torba ve poşetlerin toprak ve suya karışmasıyla kirlilik oluşur. Plastik malzemelerin biyolojik bozulma süreleri çok uzundur. Toprak ve suda uzun süre bozulmadan kalabilirler.

Deterjanlar

Temizlik ve hijyen amacıyla sıklıkla kullanılan deterjan ve diğer temizlik maddelerinin vücuda ve çevreye zararlı olabileceğini hiç düşündünüz mü? Deterjanlar cilt üzerinde egzama, temre ve mantar gibi hastalıklara sebep olur. Deterjanların suya karışmasıyla kirlilik oluşur. Deterjanlar bozulmadan suda uzun süre kalabilir. Ayrıca deterjanlarda kullanılan fosfat bileşikleri göl, deniz ve okyanuslardaki su yosunlarının aşırı büyümesine neden olur. Bu nedenle diğer canlıların oksijen alması zorlaşır ve bu durum canlıların zamanla ölümüne neden olur.



Resim 5.10: Petrol kirliliği

Organik Sıvılar

İlaç, boya, kimya ve petrokimya sanayisinin atıklarıdır. Alkoller, klorlu hidrokarbonlar, hidrokarbonlar, etil asetat, aseton, yağlı boyalarda kullanılan toluen ve ksilen gibi organik çözücüler önemli su kirleticilerdir.

Yemeklik yağ atıkları, petrol atıkları ve yağlı boya olarak kullanılan mineral yağlar sulara karışırsa kirlilik oluşturur (Resim 5.10). Bu maddeler mikroorganizmalar tarafından parçalanırken sudaki oksijeni tüketirler, ayrıca sularda görüntü kirliliği meydana getirirler. Organik kirleticiler, sudaki mikroorganizmaların etkisiyle sudaki çözünmüş oksijen ile tepkimeye girerek su canlılarının solunum yapmasını engeller. Bu kirleticiler su yüzeylerini kapatarak canlıların oksijen almasını engeller ve onların ölümüne neden olur.

Boya, ilaç ve organik çözücüler başlıca su kirleticilerdir. Kimya ve petrokimya sanayisinde kullanılan alkoller, aseton, benzen, hidrokarbonlar gibi önemli çözücüler su kirleticilerdir. Tarımda kullanılan tarımsal ilaçların çoğu hidrokarbon ve fosforlu bileşiklerden oluşur. Bu ilaçlar yer altı ve yeryüzü sularına karışarak su canlılarını zehirler.

Tarımda verimi arttırmak için aşırı gübre kullanımı toprağın tuzluluk oranını fazlalaştırır. Aşırı tuzlanma toprakların kullanılamaz duruma gelmesine neden olur. Ayrıca bu tuzlar suda çözünerek yer altı ve yer üstü sularına karışarak canlılar için toksik etki yaparlar.

Ağır Metaller ve Piller

Özellikle pil ve akü yapımında kullanılan Mn, Zn, Co, Hg, Cd, Ni, Pb, Cr gibi ağır metaller çöplerle toprağa karışırsa kirlilik oluştururlar. Bu ağır metaller toksik ve kanserojen maddelerdir. Atık pil ve aküler toprağa karışırsa bitkilere, bitkilerden diğer canlılara geçer. Ayrıca yağmur sularıyla karışarak su kaynaklarına ulaşır. Pil atıkları (Resim 5.11) ve aküler çevreye atılmamalıdır. Bu atıklar toplanarak geri dönüşümle başka kimyasal ürünlere dönüştürülmelidir.



Resim 5.11: Atık pil

Ağır metaller yüksek derecede toksik etki gösterirler. Arsenik, kurşun, kadmiyum, cıva gibi ağır metallerin endüstriyel atıklarla direkt olarak insan sağlığını etkileme olasılığı düşüktür. Ancak çocukların atık metallerle oynamaları doğrudan etki oluşturabilir. Pillerin geri dönüşümü sırasındaki arsenik seviyesi veya toprağa karışan metal bileşiklerinin miktarı yüksek seviyelere ulaşabilmektedir. Bu durum canlı yaşamı için bir tehdit oluşturmaktadır.

Endüstriyel Atıklar

Endüstriyel kirlilik dünya çapında bir problem olmakla birlikte dünyanın bazı bölgelerinde çok ciddi çevre ve sağlık sorunlarına neden olmuştur. Endüstriyel kirlilik ekonomik gelişim için bir engel kabul edilmektedir. Birkaç endüstriyel sektörün ham madde tüketimi kirliliğin çoğundan sorumludur. Bu sektörler; metal madenciliği, kağıt hamuru ve kağıt sektörü, petrol işleme endüstrisi, gıda üretimi ve tarımsal üretim, kimya sektörüdür (Resim 5.12).

Her endüstriyel atığın kendine özgü zararı olmasına karşın en zararlı maddeler solvent (su dışındaki çözücü) içeren bileşikler, metal çözeltileri, haşere ilaçları, boyalar, asit ve alkali maddelerdir. Deri hastalıkları bu maddelerin deri ile reaksiyonu sonucu oluşur.



Resim 5.12: Endüstriyel kirlilik

Çözücü olarak kullanılan özellikle klorlanmış solventler, toprakta ve suda uzun süre bozulmadan kalabilirler. Bu solventler suda yaşayan kuşların, balıkların ve diğer hayvanların vücutlarında depolanırlar. Birçok solvent insan sağlığı için doğrudan toksik etkilidir. Endüstride kullanılan boya ve kaplamaların içerdiği benzen, toluen ve ksilen gibi solvent çözücüler toksik maddelerdir.

Haşere ilaçları sulara karışınca canlılar için toksik etki gösterir. Bu ilaçlar su canlılarında besin zinciri ile diğer canlılara geçerek canlı hayatını tehdit eder.

Gübre, kağıt endüstrisi, metal kaplama atıklarında H_2SO_4, H_3PO_4, H_2SO_3, HCl, HNO_3 gibi asitler bulunur. Ayrıca deri tabaklama tesisleri atıklarında yüksek miktarda $Ca(OH)_2$ bulunur. Bu maddelerin sulara karışmasıyla suyun pH değeri değişir. Altın işleme tesisleri hidrojen siyanür (HCN) atığı üretir. HCN sulara karışırsa asit ve zehirleyici etkisinden dolayı tehlikelidir.

Gübrelerdeki kimyasal maddeler suya karışarak su kaynakları ve denizlerde birikir. Bu kimyasal maddeler sulardaki küçük canlıların hızla çoğalarak büyümesine ve sudaki oksijenin tamamının kullanılmasına yol açar. Bu olaya **ötrofikasyon** denir. Ötrofikasyon olayı nedeniyle sudaki yaşam dengesi bozulur.

c) Evlerde Kullanılan Laminant Parkelerin Formaldehit Salınımından Kaynaklanan Tehlikeleri

Formaldehit (CH_2O) oda sıcaklığında gaz hâline hızlı geçebilen, suda çözünen, yanıcı, rahatsız edici, renksiz, keskin kokulu ve zehirli bir gazdır. Formaldehit kimyasal ve fiziksel özelliklerinden dolayı çok yaygın olarak kullanılan organik bir maddedir.Formaldehit, proteinleri sertleştirip çürümeleri önlediğinden kadavraları saklamada, mumyacılıkta, ayrıca böcek ve zararlı mikroorganizmalara karşı dezenfektan olarak kullanılmaktadır.



Resim 5.13: Laminant parke

Formaldehit, endüstriyel alanda; başta laminant parkelerde (Resim 5.13), kontrplak sunta, halı, mobilya, duvar kaplamalarında, boya, plastik malzemelerin yapımında ve ev temizlik ürünlerinin yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca sigara dumanıyla havaya yayılır.

Evlerde kullanılan laminant parke, mobilya ve diğer malzemelerde bulunan formaldehitin kapalı ortamlara salınımı; solunum, sindirim ve sinir sistemi gibi birçok sistem üzerinde zararlı etkiler oluşturur. Formaldehit vücut hücreleri ile etkileşerek toksik etki gösterir. Baş ağrısı, baş dönmesi, iştahsızlık, uykusuzluk, davranış bozuklukları, gözlerde kızarma-sulanma-kaşınma, deri döküntüsü ve astım krizi olabilir. Formaldehite aşırı maruz kalan insanların karaciğer, akciğer ve mide dokularında tahribatlar oluşur. Bunun sonucunda bu insanların karaciğer, akciğer ve mide kanserlerine yakalanma riski artar.

5.2.2. Çevreye Zarar Veren Kimyasal Kirleticilerin Etkilerinin Azaltılması Konusunda Çözüm Önerileri

Çevrenin daha yaşanabilir olabilmesi için neler yapabiliriz? Temiz bir çevre için birey, toplum ve devletlere düşen görevler nelerdir? Canlı hayatını tehdit eden çevre kirliliği, ekosistemlerdeki doğal dengeyi de bozmaktadır. Bu nedenle hava, su ve toprak kirliliğini önlemek için dünyada ve ülkemizde önemli çalışmalar yapılmaktadır. Çevreye zarar veren kimyasal kirleticelerin etkilerinin azaltılması için aşağıdaki önlemler alınmalıdır.

- Hava kirliliğine neden olan fosil yakıtların kullanımı azaltılmalı, yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalı.
- Fabrikalardan çıkan baca gazları filtre edilmeli.
- Planlı yapılaşma sağlanmalı.
- Ormanlar korunmalı ve yeşil alanlar arttırılmalı.
- Binaların dış cepheleri yalıtım malzemeleri ile kaplanarak ısı kayıpları engellenmeli.
- Konut ve araçların kalorifer sistemlerinde, yanma sistemleri geliştirilerek yakıtların tam yanması sağlanmalı.
- Su ve toprak kirliliği oluşturan plastikler suya ve toprağa atılmamalı, toplanarak geri dönüşüme kazandırılmalı.
- Kanalizasyon suları, fabrika atıkları arıtılarak sulama sularına karıştırılmalı.
- Deterjan üretiminde bakterilerin kolay parçalayabileceği kimyasallar kullanılmalı.
- Tarımda topraklar aşırı ve bilinçsizce gübrelenmemeli. Toprak analizleri yapılarak bitkilere ihtiyaçları kadar gübre verilmesi sağlanmalı.
- Piller çöplere atılmamalı, ayrı kutularda toplanarak geri dönüşüme kazandırılmalı.
- Evsel ve endüstriyel atıkların toprak ve suya atılması önlenmeli.
- Buzdolabı ve klimalarda çevreye zararlı olan gazlar kullanılmamalı.
- Enerjiyi verimli tüketmek amacıyla az enerji tüketen A sınıfı araçlar kullanılmalı.
- Çevrenin kirlenmemesi için gerekli önlemi almayan kuruluşlara caydırıcı cezai işlemler uygulanmalıdır.

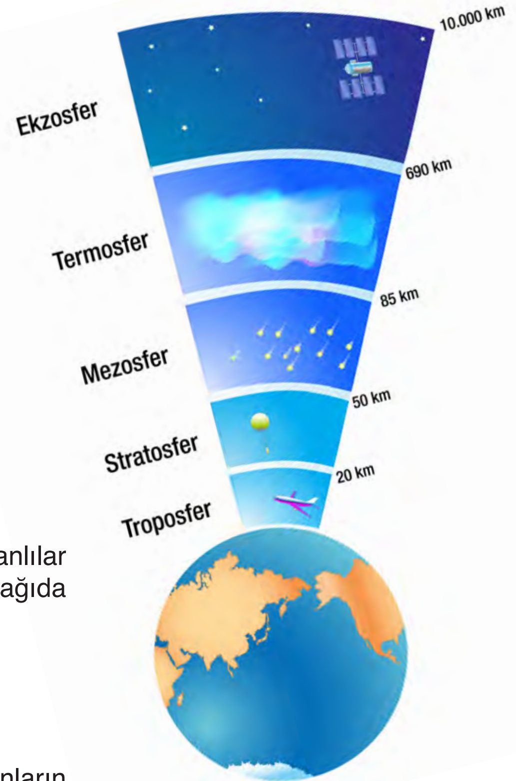
Çevrenin kirlenmesinin nedeni insanlardır. Bütün bu çalışmalar ve alınması gereken tedbirlerin yanında yapılması gereken en önemli şey; insanların, çevrenin korunması konusunda bilinçlendirilmesidir.

a) Atmosferin Canlılar İçin Önemi

Yeryüzünü saran gaz karışımına atmosfer (hava) denir (Resim 5.14). Havada başlıca azot gazı (N_2) ve oksijen gazı (O_2) olmak üzere birçok farklı gaz karışımı vardır. Yeryüzünden itibaren yaklaşık 12 km kalınlığındaki tabakada atmosfer olayları görülür. Atmosferin tabakalarından biri de stratosferdir.

Stratosferin yaklaşık 30. kilometresinde ozon (O_3) oranı yeryüzündeki orandan oldukça fazladır. Bu yüzden stratosfer tabakasına ozon tabakası da denir. Ozon tabakasının canlı hayat için yaşamsal önemi vardır. Ozon tabakası güneşten gelen zararlı mor ötesi (UV) ışınları soğurur. Güneşten gelen bu zararlı ışınlar engellenemezse cilt kanserine sebep olur. Göz sağlığı ve diğer canlıların yaşamlarını tehlikeye atar.

Dünya, Güneş sisteminde yaşam olan tek gezegendir. Bunun nedeni dünyanın yaşama uygun atmosferinin olmasıdır.



Resim 5.14: Atmosfer katmanları

Atmosferin Canlılar için Taşıdığı Hayati Önem

Atmosfer, içinde taşıdığı gazların özellikleri bakımından tüm canlılar için hayati bir öneme sahiptir. Atmosferin canlılar için önemi aşağıda belirtilmiştir:

- Canlı yaşam için gerekli gazları içerir.
- Dünyanın aşırı miktarda ısınma ve soğumasını engeller.
- Güneşten gelen zararlı ultraviyole (UV) ışınlarını tutar.
- Atmosfer güneş ışınlarının dağılmasını sağlayarak gölge alanların aydınlanması ve ısınmasını sağlar.
- Meteorolojik olayların (yağmur, kar, dolu, rüzgâr gibi) oluşmasını sağlar.
- Uzaydan dünyamıza gelen meteorların yeryüzüne ulaşmadan parçalanmasını sağlar.
- Hava akımları nedeniyle gece-gündüz sıcaklık farkını azaltır.

Atmosfer Kirliliği ve Koruma

Atmosfer kirliliği; insan sağlığına, canlı hayatına ve ekolojik dengeye zarar verebilecek katı, sıvı ya da gaz hâlindeki maddelerin atmosferde bulunması olarak tanımlanır (Resim 5.15).

Günümüzde en önemli küresel sorunların başında atmosfer kirliliği gelir. Sebepleri oldukça basittir ama kontrol edilmesi çok zordur. İnsan faaliyetleri, sanayileşme, teknoloji sonrası ortaya çıkan gazlar ve doğal faaliyetler sonucu atmosfere birtakım kimyasal maddeler karışır. Bu maddeler canlılar üzerinde olumsuz etkilere neden olur.

Atmosferin kirlenmesini önlemek için tüketim maddelerini seçerken ve kullanırken canlılara ve çevreye karşı duyarlı olmak gerekir.



Resim 5.15: Atmosfer kirliliği

b) Çevre Temizliği Konusunda Farkındalık Yaratmak için Kampanya Düzenlenmesi

Yaşanabilir temiz bir dünya için ilk önce kendi çevremizi temiz tutmalıyız. Bu amaçla kullanılan atık malzemeleri toplayıp biriktirerek okulunuzda bir kampanya düzenleyiniz. Bunun için arkadaşlarınızla aşağıdaki çalışmaları yapınız.

- Yapacağınız çalışma ve kampanya için sınıf veya okul genelinde duyuru ve sunum yapınız.
- Okul yönetiminden yardım alarak atık konteynerleri oluşturunuz.
- Yaşadığınız yerde ve okulunuzda bulunan atık ve geri dönüşümü mümkün olan kâğıt, cam, metal kutu, ambalaj atıkları, plastik, pil gibi maddeleri toplayarak ayrı konteynerlerde biriktiriniz.
- Ev, okul kantini ve yemekhanedeki atık yağları biriktirerek uygun kaplarda toplayınız.
- Yeterli miktarda atık biriktirdikten sonra bu atıkları toplayan yerel yönetimlerle bağlantı kurarak atıkları geri dönüşüme kazandırınız.

Bu kampanya ile çevreye karşı duyarlılık göstererek farkındalık yaratmış oluruz.

c) Kimyasal Kirleticilerin Çevreye Zararlarının Azaltılması

Kimyasal kirleticilerin çevreye zararlarının azaltılması konusunda yapılan çalışmalar hakkında bilişim teknolojilerini kullanarak bilgi toplayınız. Ve bu bilgileri sınıfta paylaşınız. Literatür araştırmalarında elde edilen bilgi ve bilgi kaynaklarının geçerlik ve güvenirliğinin sorgulanması gereklidir. Bu yüzden topladığınız bilgilerin güvenirliğini doğru kaynaklarla karşılaştırarak test ediniz.

ç) Bilim İnsanlarının Çevresel Problemleri Çözmek için Yaptıkları Değerlendirme ve Araştırma Süreçleri

Çevre bilimi ve “Sürdürülebilir Dünya” için bilim insanları çevresel sorunları değerlendirip araştırma süreçlerini rapor hâline getirirler. Bilim insanları çevresel problemleri değerlendirip araştırırken doğayı anlayabilmenin, çevreye zarar vermeden doğayla uyum içinde yaşayabilmenin önemini vurgulayıp çevre bilinci üzerinde dururlar. Bu kapsamda çevresel sorunları dile getirirken bu sorunların çözümlerini de araştırırlar. Çevresel problemleri çözmek için ekolojik, ekonomik, sosyal, etik ve politik olmak üzere sorunları birçok yönden ele alırlar. Bütün bu çalışmaların amacı tüm dünyada çevre standardını yükseltirken gerekli uyum değişikliklerini yapmak için nasıl bir yol izleneceğini göstermektir. Örneğin katı atıkların yönetimi, geri kazanımı, bertaraf yöntemleri, taşınmaları ve yapılacak uygulama süreçlerini araştırıp değerlendirirler.

Ekolojik sistem ve bu sistemlerin sorunlarının incelenmesi, ekolojik denge, radyoaktivite, küreselleşme ve çevre etiği gibi güncel konular ve kirliliklerin kimyasal analizleri gibi önemli çalışmalar bilim insanlarının çevresel problemleri çözmek için yaptıkları değerlendirme ve araştırma süreçleridir.

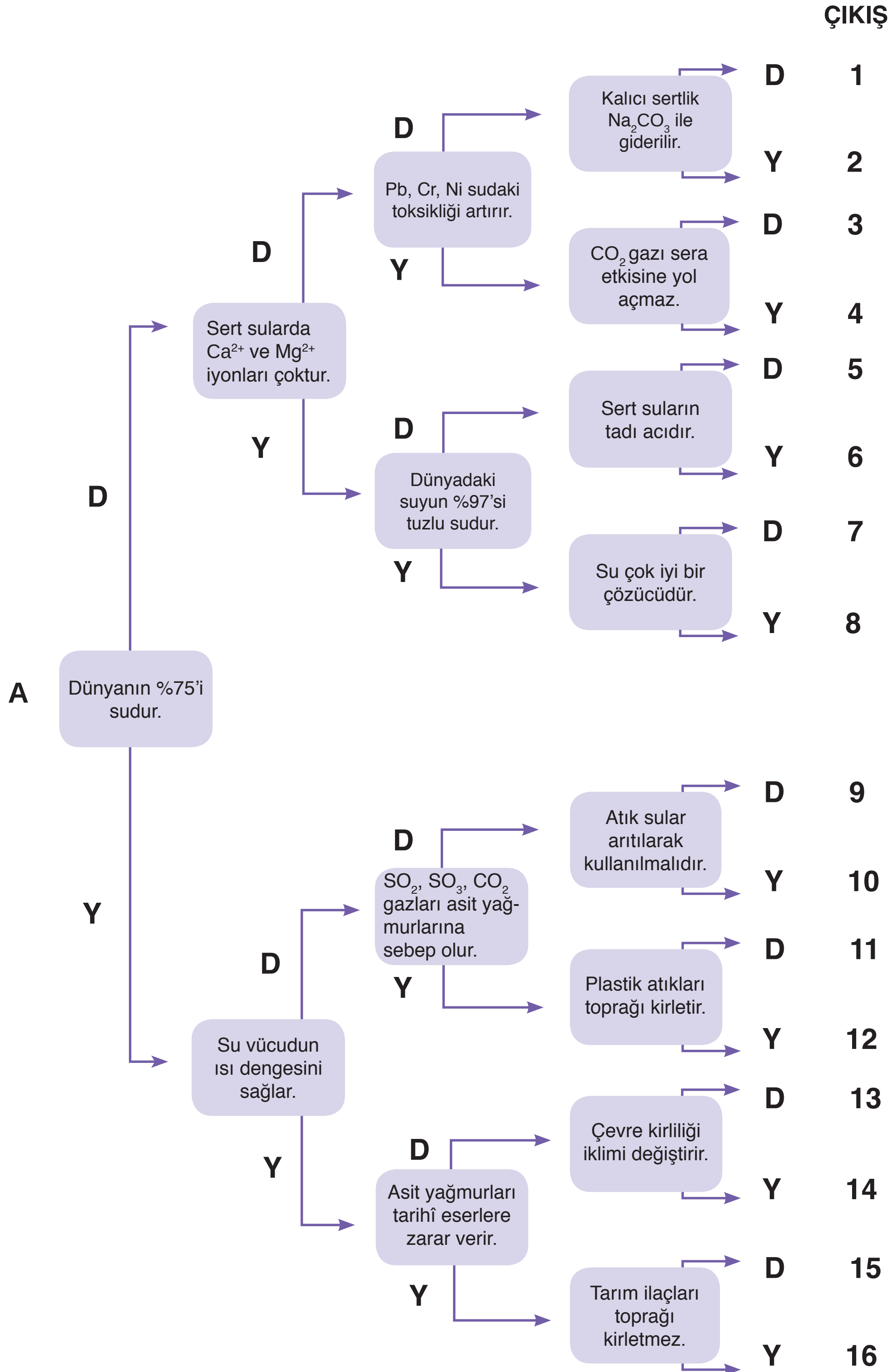


Resim 5.16: Doğal ve temiz bir çevre

Yaşamın sonsuzluğu; biyoçeşitlilik ve temiz çevrededir. “Genine, Türüne, Ekosistemine ve Çevrene Sahip Çık” parolasıyla sürdürülebilir ve temiz bir dünya oluşturulabilir (Resim 5.16).

5. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) 1. Aşağıda birbiri ile bağlantılı doğru **(D)** ya da yanlış **(Y)** ifadeler içeren tanılayıcı dallanmış ağaç tekniğinde bir soru verilmiştir. "A" ifadesinden başlayıp, cümlenin doğru veya yanlış olduğuna karar vererek ilgili ok yönünde ilerleyiniz. Her bir cevap bir sonraki aşamayı etkileyecektir. Vereceğiniz cevaplarla 16 çıkış noktasından doğru çıkışı bulunuz.



B) Aşağıdaki tabloda bazı bileşiklerin çevreye ve insan sağlığına etkileri verilmiştir.

ATMOSFERİ KİRLETEN GAZLAR

Gazlar	CO_2 ve CO	Azot oksitler NO_2, N_2O ve NO	Kükürt oksitler SO_2 ve SO_3
Çevreye ve insan sağlığına etkileri	Sera etkisi en fazla olan gaz,CO_2 gazıdır. Küresel ısınmaya neden olur. CO kandaki hemoglobinle hızlı bağlanarak hücrelerin oksijen almasını engeller. Zehirli bir gazdır. Akciğer ve solunum hastalıklarına neden olur.	NO_2 havadaki suyla tepkimeye girerek asit yağmurlarına neden olur. N_2O küresel ısınmaya sebep olur. NO solunum yolu hastalıklarına ve zehirlenmelere neden olur.	Motorlu araçların egzozlarından çıkan bu gazlar çok zehirlidir. SO_2 ve SO_3 gazları havadaki suyla birleşerek asit yağmurlarına neden olur. Asit yağmurları bitki örtüsü, bina ve tarihî eserlere zarar verir. Ayrıca akciğer ve solunum yolu hastalıklarına neden olurlar.

Yukarıdaki tabloda atmosferi kirleten gazlar ve bu gazların çevreye, insan sağlığına etkileri verilmiştir. Buna göre;

2. Atmosferde sera etkisi yapan gazlar hangileridir?

3. Hangi gazlar akciğer ve solunum yolu hastalıklarına neden olur?

4. Hangi gazlar asit yağmurlarını oluşturur?

5. Asit yağmurları çevreye nasıl etki yapar?

C) Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

6. Suyun canlılar için önemini açıklayınız.

7. Ağır metal ve pillerin toprak ve su kirliliğine etkilerini açıklayınız.

8. Su tasarrufu için alınacak önlemleri yazınız.

9. Sert su nedir? Sert suları yumuşatmak için neler yapılmalıdır?

10. Hava kirliliğine sebep olan gazlar nelerdir?

11. Asit yağmurlarının oluşumunu açıklayınız.

12. Asit yağmurlarını önlemek için neler yapılmalıdır?

13. Ozon tabakasının incelmesine neden olan olayları açıklayınız.

14. Su ve toprak kirliliğine sebep olan atıklar nelerdir? Açıklayınız.

15. Çevreye zararlı maddelerin etkilerinin azaltılması konusunda çözüm önerilerini yazınız.

16. Su tasarrufunun ekolojiye katkıları nelerdir?

17. Geri dönüşüm tesislerinin ekonomiye ve ekolojiye katkıları nelerdir?

Ç) Aşağıdaki cümleleri okuyarak yanlış ifadeleri belirleyiniz. Yanlış ifadelerin doğrusunu yazınız.

18. ☐ Su; erken yaşlanmayı engeller, böbreklerin çalışmasını kolaylaştırır.

19. ☐ Sanayileşme, nüfus artışı ve bilinçsiz su tüketimi kullanılabilir su kaynaklarının hızla azalmasına neden olur.

20. ☐ Asit yağmurları toprağın pH değerini arttırır.

21. ☐ Deodorant ve spreylerden çıkan itici gazlar ozon tabakasını etkilemez.

22. ☐ Sulardaki bikarbonat iyonlarının (HCO_3^-) oluşturduğu sertliğe kalıcı sertlik denir.

23. ☐ Asbest kömürün yapısında bulunur, kömürün yanmasıyla havaya karışarak kansere neden olur.

24. ☐ Atmosferdeki CO_2 miktarının artması sera etkisi yapar.

25. ☐ Ozon tabakasının delinmesi sonucunda güneşten gelen zararlı ışınlar atmosfere yayılır.

26. ☐ Başlıca su kirleticiler; boya, ilaç ve organik çözücülerdir.

27. ☐ Pil atıkları, bataryalar ve bitmiş aküler çöplere atılmalıdır.

D) Aşağıdaki kutularda verilen ifadeleri uygun olan boşluklara yazınız.

Ca^{2+}	UV	K^+	HNO_3	Formaldehit	Etil alkol	Mg^{2+}
Hava	Ötrofikasyon	N_2	CO_2	O_2	Toprak	Cd
As	Pb	Toluen	Ksilen	HNO_3	H_2SO_4	Fe

28. Ozon tabakası, güneşten gelen ve canlılar için zararlı olan ………….. ışınlarını süzer.

29. Sulara sertlik veren iyonlar; ……….. ve ……… iyonlarıdır.

30. Plastikler ve piller uzun süre parçalanmadan kaldıkları için ……………….. kirliliğine neden olur.

31. Ağır metallere örnek olarak …….., ………. ve ……… verilebilir.

32. Canlılarda proteinleri sertleştirip çürümeleri önlediğinden kadavraları saklamada ....kullanılır.

33. Gübrelerdeki kimyasal maddeler sulara karışarak sulardaki küçük canlıların büyümesine ve sudaki oksijenin tamamının kullanılmasına yol açar. Bu olaya ………………………….. denir.

34. Dünya atmosferi yaklaşık hacimce %78 …….. ve %21………. gazı içerir.

35. Bitki örtüsü ve ormanlar azaldıkça fotosentezde harcanan ……………..miktarı azalır.

36. Alkoller, klorlu hidrokarbonlar, hidrokarbonlar, etil asetat, aseton ve yağlı boyalarda kullanılan ……………..ve ………………… gibi organik çözücüler önemli su kirleticileridir.

37. $SO_3 + H_2O \longrightarrow$.........…………………... tepkimesi sonucu oluşan madde asit yağmurlarına neden olur.

E) Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

38. Su kirliliğinin önlenmesi ile ilgili verilen

I. İnsanlar su kirliliği konusunda bilinçlendirilmelidir.
II. Pet şişeler, plastik torba ve poşetler sulara atılmamalıdır.
III. Deterjanların sulara karışması sağlanmalıdır.
IV. Sanayi kuruluşları arıtma tesisleri kurmalıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

39. Sert sularla ilgili verilen

I. Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyonları sularda sertliğe sebep olur.
II. Sert sular enerji tüketimini azaltır.
III. Sabun sert sularda daha iyi çözünür.
IV. Sularda sertlik kalıcı ve geçici olarak sınıflandırılır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) I ve IV D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

40. Aşağıda su ile ilgili verilen ifadelerden hangisi <u>yanlıştır?</u>

A) Vücudun enerji ihtiyacını karşılar.
B) Vücutta oluşan toksik maddelerin dışarı atılmasını sağlar.
C) Metabolizmayı hızlandırır, günlük harcanan kalori miktarını artırarak kilo vermeyi kolaylaştırır.
D) Bitkilerin besinlerini yapmada kullandıkları temel maddeler yapraklara kadar su ile iletilir.
E) Böbreklerin kolay çalışmasını sağlar.

41. Su tasarrufu ile ilgili

I. Diş fırçalarken, tıraş olurken musluklar sürekli açık tutulmamalıdır.
II. Bozuk musluklar tamir edilmelidir.
III. Tarım arazilerini sulamada salma sulama yerine damlama sulama yapılmalıdır.
IV. Atık sular arıtılarak kullanılmalıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) I ve IV D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

42. Aşağıda verilen maddelerden hangisi hava kirliliğine <u>sebep olmaz?</u>

A) Tozlar B) Sera gazları C) Azot gazı D) Zehirli gazlar E) Ozon tüketen gazlar

43. Asit yağmurlarının zararları ile ilgili

I. Yeryüzündeki bitki örtüsüne ciddi zararlar verir.
II. Su kaynaklarında asit oranını arttırarak suyu kirletir ve sudaki canlı hayata zarar verir.
III. Binalarda, tarihî eserlerde, diğer yapılarda, araçlarda aşınma ve korozyona sebep olur.
IV. Toprak yapısını olumsuz etkileyerek toprağı verimsizleştirir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

44. Çevre kirliliğini önlemek için

I. Fosil yakıtlarının kullanımı arttırılmalı.
II. Sanayi kuruluşları arıtma tesisleri kurmalı.
III. Ormanlık alanlar arttırılmalı.
IV. İnsanlar çevre konusunda bilinçlendirilmeli.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

45. Küresel ısınma ile ilgili

I. Karbon dioksit (CO_2) gazı küresel ısınmaya en fazla katkısı olan gazlardan biridir.
II. Dünyanın ortalama sıcaklığının artmasına neden olur.
III. Güneş ışınlarının dünyada kalma süresi kısalır.
IV. Buzullar eriyerek okyanuslar yükselir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) II ve III C) I, II ve III D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

46. Aşağıdaki olaylardan hangisinde formaldehit kullanılmaz?

A) Kadavraları saklamada
B) Buzdolabı ve klimalarda soğutucu akışkan olarak
C) Böcekleri ve mikroorganizmaları öldürdüğünden dezenfektan yapımında
D) Laminant parkelerde, kontrplak sunta, halı, mobilya yapımında
E) Mumyacılıkta

47. Aşağıdakilerden hangisi atmosferin özelliklerinden değildir?

A) Canlılar için gerekli gazları içerir.
B) Güneşten gelen zararlı ultraviyole (UV) ışınları tutar.
C) Meteorolojik olayların oluşmasını sağlar.
D) Atmosfer en yüksek oranda oksijen gazı içerir.
E) Dünyanın aşırı miktarda ısınma ve soğumasını engeller.

48. Aşağıdakilerden hangisi yumuşak suyun özelliklerinden değildir?

A) Temizlikte yumuşak su kullanılırsa temizlik malzemesi tasarrufu sağlanır.
B) Yumuşak sularda kalsiyum ve magnezyum iyonları fazladır.
C) Yumuşak suyun içim lezzeti daha iyidir.
D) Yumuşak sularda daha az kireç tortusu oluştuğu için su tesisatlarına zararı az olur.
E) Yumuşak su kullanılan çamaşır ve bulaşık makinelerinin rezistans ömrü uzun, enerji tüketimi az olur.

ALIŞTIRMA CEVAP ANAHTARI

2. Ünite

Alıştırma No		Alıştırma No		Alıştırma No	
2.1	39	2.5	6	2.9	$_{8}O^{2-} > {}_{11}Na^{+} > {}_{12}Mg^{2+}$
2.2	24	2.6	3. periyot 7A	2.10	a) Na > K b) F > Cl c) Be > B ç) N > O d) Be > Li e) $Li^{+} > He > O^{2-}$
2.3	13, 13, 14	2.7	$_{11}Na > {}_{15}P > {}_{16}S$		
2.4	3. periyot 5A, 15. Grup	2.8	$_{17}Cl^{-} > {}_{18}Ar > {}_{19}K^{+}$		

3. Ünite

Alıştırma No		
3.1	a) $Ca^{2+}[:\ddot{\underset{..}{O}}:]^{2-}$	c) $K^{+}[:\ddot{\underset{..}{F}}:]^{-1}$
	b) $[:\ddot{\underset{..}{F}}:]^{-1}\ Al^{3+}\ [:\ddot{\underset{..}{F}}:]^{-1}$ $[:\ddot{\underset{..}{F}}:]^{-1}$	ç) $Na^{+}\ [:\ddot{\underset{..}{S}}:]^{2-}\ Na^{+}$

Alıştırma No		Alıştırma No	
3.2	a) Lityum klorür f) NH_4Cl b) Sodyum oksit g) $(CH_3COO)_2Ca$ c) Alüminyum florür ğ) MgS ç) Potasyum fosfat h) Na_3N d) Amonyum hidroksit ı) $FeCl_2$ e) Sodyum nitrür İ) $CuNO_3$	3.5	a) Hidrojen bağı b) London kuvvetleri c) İyon-dipol ç) İyon-indüklenmiş dipol d) Dipol-dipol
3.3	a) Kükürt dioksit ç) PCl_3 b) Kükürt hekzaiyodür d) N_2O_3 c) Diklor heptaoksit e) OF_2	3.6	$MgCl_2 > NH_3 > > H_2S > Cl_2 > CH_4$
3.4	Güçlü etkileşimler: a, c, ç, e Zayıf etkileşimler: b ve d	3.7	Fiziksel: a, ç, f Kimyasal: b, c, d, e

4. Ünite

Alıştırma No		Alıştırma No		
4.1	a) 2 atm, 152 cmHg b) 152 mmHg, 152 torr c) 0,25 atm, 19 cmHg	4.3	600	
4.2	1	4.4	819	

UYGULAMA SORULARI CEVAP ANAHTARI

1. Ünite

1.1 Uygulama Soruları	1.2 Uygulama Soruları
1e 2c 3b 4a 5f 6ç 7d	NaCl: Yemek tuzu HCl: Tuz ruhu KNO_3: Güherçile NaOH: Sud kostik $CaCO_3$: Kireç taşı NH_3: Amonyak CH_3COOH: Asetik asit HNO_3: Kezzap

3. Ünite

3.1 Uygulama Soruları
Zayıf etkileşim: a, b, d, e Güçlü etkileşim: c, ç, f

CEVAP ANAHTARI

1. Ünite

A	Ç				D				E			
1. 12 nolu çıkış	20.	D	28.	Y	32.	sönmüş kireç	40.	Farmakoloji	48.	C	56.	B
	21.	D	29.	Y	33.	değişmez	41.	arıtım	49.	E	57.	E
	22.	Y	30.	Y	34.	Anorganik kimya	42.	gübreleme	50.	B	58.	D
B	23.	D	31.	D	35.	H_2SO_4	43.	Adli kimya	51.	C	59.	C
4. Potasyum	24.	D			36.	Ca	44.	mezür	52.	A	60.	B
	25.	Y			37.	zehirli	45.	büret	53.	E	61.	E
	26.	D			38.	yarı iletken	46.	yüzey aktif	54.	C	62.	B
	27.	D			39.	HNO_3	47.	fulleren	55.	D		

C	
9.	SO_3 havadan ağır, yanıcı olmayan, zehirli bir gazdır. SO_3 atmosferdeki su buharı ile etkileşerek asit yağmurlarına yol açar. CO havadan ağır, yanıcı, kokusuz ve çok zehirli bir gazdır.
11.	Kimya biliminde eski çağlardan itibaren bilgi birikimi arttıkça alt disiplinler ortaya çıkmıştır.
13.	a) Zaç yağı b) Kezzap c) Asetik asit ç) Kireç taşı d) Sönmemiş kireç e) Amonyak f) Yemek tuzu g) Sud kostik h) Güherçile
16.	Yarı iletken malzemeler savunma sistemlerinden cep telefonlarına, uydu sistemlerinden bilgisayar teknolojisine kadar pek çok uygulama alanına sahiptir.
17.	Yarı iletken teknolojilerinin üretildiği laboratuvarlar yurt dışında araştırma yapan bilim insanlarının da çalışabileceği yerler olmuştur. Böyle çalışmalar beyin göçünü engelleyerek kısa sürede dışa bağımlılığı azaltacaktır.
18.	Adli vakaları aydınlatmada, olay yeri incelemelerinde ve parmak izi tespitinde adli kimyadan yararlanılır.

2. Ünite

A	Ç				D				E			
1. 4 nolu çıkış	19.	Y	27.	D	29.	halojenler	37.	Rutherford	39.	E	47.	A
	20.	D	28.	Y	30.	3, 2A	38.	baş, yan	40.	B	48.	E
	21.	Y			31.	elektroliz			41.	E	49.	A
B	22.	Y			32.	azalır			42.	A	50.	E
2. Küçülür 3. Azalır 4. Flor 5.Ters orantılı 6. 27	23.	D			33.	artar			43.	C	51.	D
	24.	Y			34.	nötron			44.	A	52.	D
	25.	Y			35.	Thomson			45.	B	53.	B
	26.	D			36.	orbital			46.	C		

C	
7.	$_{5}B$; 2) 3) 2. Periyot 3A, $_{12}Mg$; 2) 8) 2) 3. Periyot 2A, $_{19}K$; 2) 8) 8) 1 4.periyot 1A
8.	Faraday'ın yapmış olduğu deneylerden çıkarmış olduğu nicel ölçümlere göre bir atomdan diğerine taşınabilen atom altı parçacıklar vardır. Taşınabilen bu yük parçacıklarına daha sonra elektron adı verilmiştir. Elektronun varlığı William Crooks tarafından gaz boşaltım tüplerindeki ışımalarla keşfedilmiştir.
9.	Dalton modelinin eksiklikleri; Atomun içi dolu küre olmadığı, Bir elementin tüm atomlarının aynı olmadığı, Atomun parçalanabildiği(çekirdek tepk.) bilinmektedir.Proton, nötron ve elektronların varlığından söz etmemiştir. Thomson modelinin eksiklikleri; Proton ve elektronların homojen dağıldığı iddiası yanlıştır.Atom çekirdeği ve nötrondan bahsedilmemiştir.
10.	1A Alkali metaller, 2A Toprak alkali metaller, 7A Halojenler ve 8A Soy gazlar.
12.	$_{20}X^{2+}$ iyonu ile Y^{-} iyonu izoelektronik Y atomunun atom numarası 17 dir. Kütle no = proton sayısı + nötron sayısı olduğuna göre Kütle no = 17 + 20 = 37 = Nükleon sayısı
14.	X ve K izotop, Z ve K izotondur.
17.	Yarı iletken teknolojilerinin üretildiği laboratuvarlar yurt dışında araştırma yapan bilim insanlarının da çalışabileceği yerler olmuştur. Böyle çalışmalar beyin göçünü engelleyerek kısa sürede dışa bağımlılığı azaltacaktır.

3. Ünite

A	Ç				D				E					
1. 5 nolu çıkış	16.	D	22.	D	28.	molekül, iyon, radikal	34.	fiziksel	38.	D	44.	A	50.	A
	17.	D	23.	D	29.	3, 1	35.	bakır(I) oksit, bakır(II) oksit	39.	C	45.	C	51.	D
	18.	Y	24.	D	30.	apolar, polar	36.	hidrojen bağı	40.	D	46.	D	52.	E
	19.	Y	25.	D	31.	metalik bağ	37.	dipol-indüklenmiş dipol	41.	D	47.	E	53.	D
	20.	Y	26.	Y	32.	negatif			42.	B	48.	C		
	21.	Y	27.	D	33.	bağlayıcı elektron			43.	C	49.	B		

C	
6.	Karbondioksitin molekül içi bağları polar kovalent bağ, yoğun fazda molekülleri arası etkileşimi London kuvvetleridir.
7.	:N⋮⋮N: bağlar apolar kovalent, molekül apolar, H••N̈••H (H) bağlar polar kovalent, molekül polardır.
9.	a) H_2O - HCl dipol-dipol, b) NaCl - H_2O iyon-dipol, c) NH_3 - CH_4 dipol-indüklenmiş dipol, ç) CCl_4 - CO_2 London kuvvetleri, d) HF - H_2O hidrojen bağı, e) Cu - Zn metalik bağ, f) He - Ne London kuvvetleri
10	·C̈·, :N̈·, ·Al̇, $[:\ddot{P}:]^{-}$, $[:\ddot{Cl}:]^{-}$, H••C̈l:, H••N̈••H (H)
12.	NaF: Sodyum florür, Al_2O_3: Alüminyum oksit, CuS: Bakır(II) sülfür, NH_4Cl: Amonyum klorür, $CaSO_4$: Kalsiyum sülfat, N_2O_5: Diazot pentaoksit, SO_3: Kükürt trioksit, CCl_4: Karbon tetraklorür, $Fe(NO_3)_3$: Demir(III) nitrat, NH_3: Trihidrojen mononitrür
13.	a, b, c, d olayları kimyasal, ç, e, f, g olayları fizikseldir.
15.	London kuvvetleri olmasaydı, He atomları ve H2 molekülleri katı hâle geçemezdi.

4. Ünite

A	Ç				D				E					
1. 5 nolu çıkış	16.	D	22.	D	26.	basınç	32.	asit yağmurları	36.	C	42.	E	48.	B
	17.	D	23.	D	27.	barometre	33.	plazma	37.	E	43.	D	49.	C
B	18.	Y	24.	Y	28.	Boltzman, Maxwell	34.	ideal gaz	38.	B	44.	A	50.	D
2. Azalır	19.	Y	25.	Y	29.	mutlak sıcaklık	35.	LNG	39.	A	45.	A	51.	B
3. Doğru orantılı	20.	D			30.	amorf			40.	C	46.	D	52.	C
4. Artmalı	21.	D			31.	gerçek gaz			41.	D	47.	B		

C	
6.	Güneş ışınlarının etkisi ve bitkilerin terlemesiyle sıvı hâlden buharlaşan su buharı molekülleri atmosfere karışır ve bulutları oluşturur. Soğuk hava akımlarının etkisiyle yağış olarak (yağmur, kar, dolu vb.) yeryüzüne iner. Suyun hâl değiştirerek atmosfer ile yeryüzü arasındaki bu döngüsüne doğal su döngüsü denir.
7.	Azot ve oksijen gazlarını elde etmek için öncelikle hava soğutulup sıkıştırılarak sıvı hâle getirilir. Bir atmosfer basınçta oksijenin kaynama noktası –183 °C, azotun kaynama noktası –195,8 °C'dir. Sıvılaştırılmış havadaki azot ve oksijen gazları kaynama noktaları farkından yararlanılarak ayrımsal damıtma ile ayrılır.
11.	Buharlaşma her sıcaklıkta olur, kaynama ise her sıcaklıkta olmaz. Buharlaşma sıvı yüzeyinde, kaynama ise sıvının her tarafında gerçekleşir.
13.	Belli bir yükseklikte ölçülen sıcaklığa gerçek sıcaklık denir. Hissedilen sıcaklık; termometrenin ölçtüğü hava sıcaklığından farklı olarak insan vücudunun algıladığı sıcaklıktır. Rüzgâr ve nem oranı hissedilen sıcaklığı etkiler.
14.	Avogadro sayısı ($6{,}02 \cdot 10^{23}$) kadar tanecik (atom, molekül, iyon) içeren madde miktarına 1 mol denir.
15.	Maddenin plazma olabilmesi için artı yüklü iyon ve eksi yüklü elektronların birim hacme düşen sayılarının belli bir değerin üzerinde olması gerekir. Plazma, gaz hâlinde olmasına rağmen gazlardan farklı özellik gösterdiği için maddenin dördüncü hâli olarak kabul edilmiştir.

5. Ünite

A	Ç				D				E					
1. 1 nolu çıkış	18.	D	23.	D	28.	UV	33.	ötrofikasyon	38.	D	43.	E	48.	B
	19.	D	24.	D	29.	Ca^{2+}, Mg^{2+}	34.	N_2, O_2	39.	C	44.	D		
B	20.	Y	25.	D	30.	toprak	35.	CO_2	40.	A	45.	D		
2. CO_2, N_2O 3. CO, NO, 4. SO_2, SO_3	21.	Y	26.	D	31.	As, Pb, Cd	36.	toluen, ksilen	41.	E	46.	B		
	22.	Y	27.	Y	32.	formaldehit	37.	H_2SO_4	42.	C	47.	D		

C	
6.	Su, insanlar başta olmak üzere bitki ve hayvanların en önemli yaşam kaynağıdır. Canlılardaki biyokimyasal olayların tümü sulu ortamda gerçekleşir. Suyun; akıcılık, adezyon, kohezyon gibi özellikleri vardır. Su aynı zamanda çok iyi bir çözücüdür. Karıştırıldığı maddeleri az ya da çok çözer. Bu sayede sürekli mineraller alınabilir. Suyun bu önemli özellikleri canlılığın devamlılığı için hayati öneme sahiptir.
7.	Özellikle pil ve akü yapımında kullanılan Mn, Zn, Co, Hg, Cd, Ni, Pb, Cr gibi ağır metaller toksik ve kanserojen maddelerdir. Atık pil ve aküler toprağa karışırsa bitkilere, bitkilerden diğer canlılara geçer. Ayrıca yağmur sularıyla karışarak su kaynaklarına ulaşır. Pil atıkları ve aküler çevreye atılmamalıdır. Bu atıklar toplanarak geri dönüşümle başka kimyasal ürünlere dönüştürülmelidir.
8.	Uygun tesisatlar kullanılmalı bozuk musluklar tamir edilmeli ve sürekli açık tutulmamalıdır. Bulaşık ve çamaşır elde değil biriktirerek makinede yıkanmalıdır. Sebze ve meyvelerin yıkandığı sularla çiçek ve ağaçlar sulanmalıdır. Araç yıkama ve bahçe sulama gibi faaliyetler uygun zamanlarda yapılmalıdır. Damlama sulama yapılmalıdır. Atık sular arıtılarak yeniden kullanılmalıdır. Suyu kirleten maddeler çevreye atılmamalıdır.
9.	İçerisinde Ca^{2+} ve Mg^{2+} katyonlarını çok miktarda bulunduran sulara sert su denir. Geçici sertlik kaynatma gibi basit işlemlerle giderilebilir. Sulardaki Mg^{2+} ve Ca^{2+} iyonlarından oluşan bu kalıcı sertlik Na_2CO_3 (soda) kullanılarak giderilir.
10.	Fosil yakıt olan kömür ve petrolün yanması ile oluşan azot oksitler (NO_x), kükürt oksitler (SO_x), CO ve CO_2 gazları havayı kirleten gazlardır.
11.	Ametal oksitlerinin oksijence zengin olanları SO_2, SO_3, CO_2 ve NO_2 havadaki su buharı ile birleşerek asit yağmurlarına neden olur.
12.	Hava kirliliğine neden olan fosil yakıtların kullanımı azaltılmalı, yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalı. Fabrikalardan çıkan baca gazları filtre edilmeli. Planlı yapılaşma sağlanmalı. Ormanlar korunmalı ve yeşil alanlar arttırılmalı. Binaların dış cepheleri yalıtım malzemeleri ile kaplanarak ısı kayıpları engellenmeli. Konut ve araçların kalorifer sistemlerinde, yanma sistemleri geliştirilerek yakıtların tam yanması sağlanmalı.
13.	Sprey, deodorant gibi aerosollerde kullanılan itici gazlar, Şimşek çakması ve uçak motorlarının yüksek ısısı nedeniyle oluşan azot oksitleri, soğutucularda kullanılan kloroflorokarbon bileşikleri ozon tabakasının incelmesine yol açar.
14.	Başlıca su ve toprak kirleticiler; plastik, detarjan, organik sıvı, ağır metal, pil ve endüstriyel atıklardır.
15.	Çevrenin kirlenmesinin nedeni insanlardır. Bütün bu çalışmalar ve alınması gereken tedbirlerin yanında yapılması gereken en önemli şey; insanların, çevrenin korunması konusunda bilinçlendirilmesidir.
16.	Su tasarrufu ekolojik dengenin en önemli etkenidir. Doğadaki su kaynaklarını ekonomik kullanmak bozulan ekoloji dengenin yeniden kurulmasını sağlar.
17.	Geri dönüşüm, doğal kaynakların daha az kullanılmasını, çevre kirliliğinin azaltılmasını sağlar. Ekonomiye önemli bir katkı sağlar.

SÖZLÜK

A

absorbsiyon : Bir maddenin enerjiyi, ısıyı ya da ışığı içine alması (soğurma).
allotrop : Aynı elementin farklı molekül yapıları.
amorf katı : Atom, iyon veya moleküllerin rastgele yığılmasıyla oluşan katı.
analiz : Isı, sıcaklık gibi etkilerle bir maddenin bozularak farklı maddelerin oluşumuna ilişkin tepkime.
anot : Pozitif elektrot.
anyon : (-) yüklü iyon.
atmosfer basıncı : Atmosferin yeryüzünde bulunan cisimlere yaptığı basınç.
atom : Elementlerin özelliklerini gösteren en küçük yapı birimi.
atomik kütle birimi (akb) : Bir karbon-12 atomunun atom kütlesinin on ikide biri.

B

bağ enerjisi : İki atom arasındaki kimyasal bağı kırmak veya oluşturmak için gerekli olan enerji.
bağıl nem : Belirli bir sıcaklıkta havadaki su buharının kısmi basıncının, suyun buhar basıncına oranı.
basınç : Birim yüzeye etki eden dik kuvvet.
biyokütle : Canlılarda organizmanın suyu uzaklaştırıldıktan sonra geriye kalan kuru kütlesi.
biyoyakıt : Biyokütleden elde edilen ve yakıt olarak kullanılan madde.
buharlaşma : Sıvı yüzeyinde bulunan yüksek enerjili sıvı taneciklerinin gaz hâle geçmesi.
buhar basıncı : Belirli bir sıcaklıkta sıvısıyla dengede olan buhar taneciklerinin yaptığı basınç.

C-Ç

Celcius : Buzun erime noktasını 0 °C, suyun kaynama noktasını 100 °C kabul eden sıcaklık eşeli.
Coulomb : Elektrik yükünün uluslararası standart birimi.
çökelme : Suda iyi çözünen iyonik katıların sulu çözeltilerinin karıştırılmasıyla, suda çözünmeyen katı oluşumu.
çözünme : Bir maddenin başka bir madde içerisinde homojen dağılması.

D

dalga boyu : Dalga üzerindeki art arda gelen iki maksimum veya iki minimum noktaları arasındaki uzaklık.
değerlik elektron sayısı : Bir elementin son katmanındaki toplam elektron sayısı.
dublet : Atomların bağ yaparken son katmanını 2 elektrona tamamlaması.

E

ekzotermik : Isı veren tepkime.
elektrolit : İletken çözelti.
elektroliz : Bir maddenin, sıvılaştırılmış hâlinde ya da elektrolit çözeltisinde, elektrik akımı yardımı ile ayrışmasına elektroliz denir.
elektromanyetik dalga spektrumu : Bütün ışınların frekanslarını ya da dalga boylarını gösteren elektro manyetik ışın dizisi.
elektron : Negatif elektrik yüklü atom altı tanecik.
elektronegatiflik : Bir atomun bağ yapan elektronları çekme yeteneği.
elektron ilgisi : Gaz hâlindeki nötr bir atomun elektron alması esnasındaki enerji değişimi.
elektrot : İletken metal çubuk.
element : Aynı cins atomlardan oluşan saf maddeler.
elementel molekül : Aynı cins atomlardan oluşan moleküller.

emisyon : Uyarılmış atomun temel hâle dönerken ışık yayması.
endotermik : Isı alan tepkime.
eşel : Birim kabul edilen herhangi bir şeyin alabildiği kadar ölçü.

F

Faraday : 96500 Coulomb'a eşdeğer 1 mol elektronun yükü.
fiziksel değişim : Maddelerin molekül yapısını değiştirmeyen sadece dış görünüşünde meydana gelen değişimler.
foton : Elektromanyetik ışınları oluşturan, bölünmez karakterli dalga paketlerinin her biri.
frekans : Bir dalganın belli bir noktadan bir saniyede geçen dalga sayısı.

G-H

geçici sertlik : Sulardaki kalsiyum ve magnezyum bikarbonat tuzlarından kaynaklanan sertlik.
genlik : Bir dalganın maksimum yüksekliği veya minimum derinliği.
gerçek gaz : İdeal gaz dışındaki gazlar.
grup : Periyodik cetveldeki düşey sütunlar.
gübre : Bitkileri beslemek için toprağa verilen bileşik veya karışım.
hipotez : Bir doğal yasanın geçici bir açıklaması.

İ

ideal gaz : Kinetik teorinin varsayımlarına uyan, tanecikleri arası itme ve çekme kuvveti bulunmayan gazlar.
iyon : + veya -yüklü atom ya da atom grupları.
iyonik bağ : Pozitif ve negatif yüklü iyonlar arasında elektrostatik çekim kuvvetleri ile oluşan bağ.
iyonlaşma enerjisi : Gaz hâldeki nötr bir atomdan bir elektron koparmak için gerekli olan enerji.
izobar : Atom numaraları farklı, kütle numaraları aynı olan atomlar.
izoelektronik : Temel hâldeki elektron sayıları ve katman elektron dizilişleri aynı olan atom ya da iyonlar.
izoton : Nötron sayıları aynı, proton sayıları farklı olan atomlar.
izotop : Atom numaraları aynı kütle numarası farklı olan atomlar.

K

kalıcı sertlik : Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyonlarının klorür ve sülfat tuzlarının oluşturduğu sertlik.
kaynama : Bir sıvının buhar basıncının, ortamın basıncına eşit olduğu durumda kabarcık oluşturarak buhar hâline geçmesi.
katot : Negatif elektrot.
katyon : (+) yüklü iyon.
kimyasal değişim : Maddelerin iç ve dış yapısında meydana gelen köklü değişimler.
kinetik teori : Gazların davranışlarını açıklayabilmek için geliştirilen teori.
koagülasyon : Koagülant madde olarak kullanılan tuzların suda büyük hacimli $Al(OH)_3$ ve $Fe(OH)_3$ bileşikleri oluşturarak topaklaşması.
kovalent bağ : Ametal atomları arasında elektron ortaklığıyla kurulan bağ.
kristal katı : Atom, iyon ve moleküllerin düzenli bir şekilde istiflenmesiyle oluşan katı.

L-M

Lewis elektron yapısı : Atomun değerlik elektronlarının atomun sembolü etrafında noktalarla gösterilmesi.
metalik bağ : Negatif yüklü elektron denizi ile pozitif yüklü metal iyonları arasındaki elektrostatik çekim kuvvetleri ile oluşan bağ.

mol : Avogadro sayısı kadar tanecik içeren madde miktarı.
molekül : İki veya daha fazla atomun kovalent bağlarla bağlanması ile oluşan yapı.

N

nicel analiz : Bir maddeyi oluşturan bileşenlerin miktarlarını ölçme.
nitel analiz : Bir maddenin hangi bileşenlerden oluştuğunu inceleyen yöntem.
nötr : Elektriksel yüke sahip olmayan, yüksüz.
nötralleşme : Asit ve bazların sulu çözeltilerinin tepkimeye girerek tuz ve su oluşturması.
nötron : Atom çekirdeğindeki yüksüz tanecikler.

O-Ö

oktet : Atomların bağ yaparken son katmanını 8 elektrona tamamlaması.
orbital : Elektronun en büyük olasılıkla bulunabileceği elektron bulutu.
ötrofikasyon : Gübrelerdeki kimyasal maddelerin sulara karışarak su kaynaklarında ve denizlerde birikmesiyle sulardaki küçük canlıların hızla çoğalarak büyümesi ve sudaki oksijenin tamamının kullanılması.

P-R

periyodik cetvel : Elementlerin artan atom numaralarına ve kimyasal özelliklerine göre düzenlendiği cetvel.
periyot : Periyodik cetveldeki yatay sıralar.
proton : Atom çekirdeğindeki + yüklü tanecikler.
radikal : Üzerinde ortaklaşmamış elektronu olan yüksek enerjili, kararsız kimyasal tür.
redoks : Elektron alış-verişi ile gerçekleşen tepkimeler.

S

sentez : İki ya da daha çok element veya bileşiğin tepkimeye girerek bir bileşiğin oluşması.
sert su : İçerisinde Ca^{2+} ve Mg^{2+} katyonlarını çok miktarda bulunduran su.
simya : Kimya biliminden önce değersiz madenleri altına çevirme ve ölümsüzlük iksirini bulma çalışmalarına denir.
soğutucu akışkan : Ortamdan ısı alarak buharlaşan ve ortam sıcaklığını düşüren maddeler.
solvent : Bir maddeyi çözebilme özelliğine sahip sıvı.
spektrum : Beyaz ışığın prizmadan geçirilmesi ile elde edilen bütün renk ve dalga boylarını içeren çizgiler.
süspansiyon : Sıvı katı heterojen karışım.

T

temel hâl : Bir atomun elektronlarının en düşük enerji düzeyinde bulunması.
teori (kuram) : Bir olay, bir yapı ya da düzenin nedenlerini açıklamak isteyen genel düşünce, görüş.

U-V

uyarılmış hâl : Maddenin ısıtılmasıyla atomlardaki elektronların daha yüksek enerji düzeylerine geçmesi.
viskozite : Bir sıvının akmaya karşı gösterdiği direnç.

Y

yanma : Maddelerin oksijenle reaksiyona girerek oksijenli bileşik oluşturması.
yoğunlaşma : Bir maddenin ısı vererek gaz ya da buhar hâlden sıvı hâle geçmesi.
yüzey aktif madde : Bir çözeltinin yüzeyinde biriken ve çözücünün yüzey gerilimini etkileyen, deterjanlar ve sabunlar gibi, madde.

DİZİN

KAYNAKÇA

Atatürkçülük, Atatürk'ün Görüş ve Direktifleri, 1. Kitap, İstanbul: Milli Eğitim Basımevi, 1988.

C. E. MORTIMER, **Modern Üniversite Kimyası,** (Çeviren: T. ALTINATA), İstanbul: Çağlayan Kitabevi, 1993.

E. ERDİK ve Y. SARIKAYA, **Temel Üniversite Kimyası,** Ankara: Gazi Kitabevi, 2014.

G. SOMER ve A. Yaşar, **Kimya Terimleri Sözlüğü,** İstanbul: Türk Dil Kurumu Yayınları, 2009.

H. BAĞ (Editör), **Genel Kimya 1,** Ankara: Pegem Akademi, 2014.

H. BAĞ (Editör), **Genel Kimya 2,** Ankara: Pegem Akademi, 2013.

M. J. SIENKO ve R. A. PLANE, **Temel Kimya,** (Çevirenler: N. GÜNDÜZ, T. GÜNDÜZ ve C. TÜZÜN), Ankara: Savaş Kitap ve Yayınevi, 1983.

N. K. TUNALI ve S. ÖZKAR, **Anorganik Kimya,** Ankara: Gazi Kitabevi, 2011.

P. ATKINS ve L. JONES, **Temel Kimya Moleküller, Maddeler ve Değişimler,** (Çeviri Editörleri: E. KILIÇ, F. KÖSEOĞLU ve H. YILMAZ), Ankara: Bilim Yayıncılık, 1999.

R. CHANG ve K. A. GOLDSBY, **Genel Kimya Temel Kavramlar,** (Çeviri Editörleri: R. İNAM, S. AKSOY ve T. UYAR), Ankara: Palme Yayıncılık, 2016.

R. H. PETRUCCİ, F. G. HERRING, J. D. MADURA ve C. BISSONNETTE, **Genel Kimya İlkeler ve Modern Uygulamalar,** (Çeviri Editörleri: T. UYAR, S. AKSOY ve R. İNAM), Ankara: Palme Yayıncılık, 2015.

S. ALPAYDIN ve A. ŞİMŞEK, **Genel Kimya,** Konya: Eğitim Kitabevi Yayınları, 2014.

S. SARACOĞLU, **Temel Kimya,** İstanbul: Çağlayan Kitabevi, 1983.

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Koruma Başkanlığı Kurumu, **Su Tasarrufu Modellerinin Geliştirilmesi Projesi,** www.ozelcevre.gov.tr, 2011.

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Ortaöğretim, **Fen Lisesi Kimya Dersi 9. Sınıf Öğretim Proğramı,** Ankara: 2018.

T. D. Kurumu, **YAZIM KILAVUZU,** Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları, 2012.

Z. TEZ, **Kimya Tarihi,** Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 2000.

GÖRSEL KAYNAKÇA

Görsel Adı	Sayfa No	Görselin ID No
1.Ünite kapağı	13	dreamstime_m_86050168 dreamstime_m_31304839
Resim 1.1	14	dreamstime_m_80175271
Resim 1.2	14	dreamstime_m_21886210
Resim 1.3	15	dreamstime_m_23225475
Resim 1.4	15	dreamstime_m_36641401
Resim 1.5	15	dreamstime_m_17429795 dreamstime_m_12999709
Resim 1.6	15	dreamstime_m_73449147
Resim 1.7	16	dreamstime_m_11032897
Resim 1.8	16	dreamstime_m_14381348
Resim 1.9	17	dreamstime_m_21829758
Resim 1.10	17	dreamstime_m_48378701
Resim 1.11	17	dreamstime_m_86050168
Resim 1.12	18	dreamstime_m_14164889
Resim 1.14	20	http://www.ibttm.gov.tr/Resim/89536,gul-suyu-damitimi-icin-ez-zehravinin--tarif-ettigi-duze-.png?0
Resim 1.16	21	dreamstime_m_10228244
Resim 1.21	23	dreamstime_m_19446652
Resim 1.22	23	dreamstime_m_19445428
Resim 1.23	24	dreamstime_m_20370026
Resim 1.24	27	dreamstime_m_81810687 dreamstime_m_4380021
Resim 1.25	27	dreamstime_m_21968734
Resim 1.26	27	dreamstime_m_16380903
Resim 1.27	28	dreamstime_m_2715259
Resim 1.28	28	dreamstime_m_1336950
Resim 1.29	28	dreamstime_m_3344202 dreamstime_m_18602588 dreamstime_m_43874974
Resim 1.30	29	shutterstock_57735127
Resim 1.31	29	dreamstime_m_17124055 dreamstime_m_14548607 dreamstime_m_25958332 dreamstime_m_65280762
Resim 1.32	30	dreamstime_m_2378142
Resim 1.33	30	dreamstime_m_58860324
Resim 1.34	30	dreamstime_m_9672294
Resim 1.35	30	dreamstime_m_20123507
Resim 1.36	30	dreamstime_m_28941636
Resim 1.37	31	dreamstime_m_68907573
Resim 1.38	31	dreamstime_m_1597945
Şekil 1.3	31	dreamstime_m_64346969
Resim 1.39	32	dreamstime_m_8202944
Resim 1.40	32	dreamstime_m_48204673, dreamstime_m_48181539
Resim 1.41	32	dreamstime_m_44078871
Resim 1.42	33	dreamstime_m_49550516
Resim 1.43	33	dreamstime_m_18932138
Resim 1.44	34	dreamstime_m_17822292
Resim 1.45	35	dreamstime_m_14634840
Resim 1.46	35	dreamstime_m_74872585
Resim 1.47	38	dreamstime_m_26905248
Resim 1.48	39	http://www.tuba.gov.tr/news/uta-dan-tuba-seref-uyeleri-prof-aziz-sancar-ve-prof-kemal-karpat-a-altin-madalya/id/1486/06/03/17 13:56
Resim 1.49	40	dreamstime_m_19094565
Resim 1.50	40	dreamstime_m_75104109
Resim 1.51	40	dreamstime_m_15372640
Resim 1.52	41	dreamstime_m_13350624
Resim 1.53	41	dreamstime_m_27227744
Resim 1.54	41	dreamstime_m_67751130
Resim 1.55	46	dreamstime_m_26770264
Resim 1.56	46	dreamstime_m_66770707
Resim 1.57	47	dreamstime_m_49555931
Resim 1.58	47	dreamstime_m_81343156
Resim 1.59	48	dreamstime_m_67134305
Resim 1.60	48	shutterstock_523980847
Resim 1.61	49	dreamstime_m_5570613
Kimya Laboratuvar malzemeleri Görselleri		shutterstock_574446379 dreamstime_m_30378706 dreamstime_m_30480276 dreamstime_m_25015619 dreamstime_m_2850642 dreamstime_m_19393916 dreamstime_m_36503621 dreamstime_m_32934960 dreamstime_m_15208326 shutterstock_72016387 dreamsme_m_24205528 dreamstime_m_9174890 dreamstime_m_14277913
2. Ünite kapağı		dreamstime_m_7182271 dreamstime_m_9174890 dreamstime_m_14277913
Resim 2.1	61	shutterstock_101379025
Resim 2.2	63	dreamstime_m_38766572
Resim 2.3	65	shutterstock_185215046
Resim 2.6	66	dreamstime_m_83868984
Resim 2.7	69	dreamstime_m_21584805
Resim 2.8	76	dreamstime_m_31065232
Tablo 2.4	78	dreamstime_m_31304839
Resim 2.10	84	http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/sites/default/files/styles/770px_node/public/metal_gorsel_0.jpg?itok=lOs9h-rXK 21/03/17 11:52
Resim 2.11	85	dreamstime_m_58065064
Resim 2.12	85	dreamstime_m_67370492
Resim 2.13	86	dreamstime_m_3075628
Resim 2.15	87	dreamstime_m_8804741

Görsel Adı	Sayfa No	Görselin ID No
Resim 2.14	86	23913180_xl
Resim 2.16	87	dreamstime_m_8818985
Tablo 2.16	94	dreamstime_m_37855044
Tablo 2.18	95	dreamstime_m_9750213
3.Ünite kapağı	103	dreamstime_m_22113017 dreamstime_m_44918669
Resim 3.1	104	dreamstime_m_2355753
Şekil 3.1	106	dreamstime_m_15345519
Resim 3.3	111	dreamstime_m_2274640
Şekil 3.8	115	dreamstime_m_67434887
Resim 3.4	123	http://img.eba.gov.tr/725/9c1/852/289/786/234/3d2/b9b/5ce/540/524/46b/f9a/dd8/001/im-g/7259c18522897862343d2b-9b5ce54052446b-f9add8001-47-1024.png 04/02/18 18:07
Şekil 3.19	124	dreamstime_m_15345519
Şekil 3.20	127	dreamstime_m_55335123
Resim 3.6	133	dreamstime_xxl_4638928
Resim 3.7	133	dreamstime_93920643
4.Ünite kapağı	141	dreamstime_m_75648482, dreamstime_m_32360015, dreamstime_m_1171447
Şekil 4.2	143	dreamstime_m_26870237
Resim 4.1	143	dreamstime_m_13441187
Resim 4.2	144	dreamstime_m_8358615
Resim 4.3	144	dreamstime_m_4407417
Şekil 4.3	145	dreamstime_m_42808207
Resim 4.4	145	dreamstime_m_59258214
Resim 4.5	146	dreamstime_m_2402541
Resim 4.6	146	dreamstime_m_32176751 dreamstime_m_19929813
Resim 4.7	147	dreamstime_m_17402858
Resim 4.8	147	dreamstime_m_1999897 dreamstime_m_31934288
Resim 4.9	147	dreamstime_m_41222533
Şekil 4.7	150	dreamstime_m_1125245
Resim 4.10	150	dreamstime_m_15853409
Resim 4.11	151	dreamstime_m_77104907
Resim 4.12	153	dreamstime_m_16797639
Resim 4.13	153	dreamstime_m_64875687
Resim 4.14	154	dreamstime_m_13096406
Resim 4.15	154	dreamstime_m_312068
Tablo 4.6	155	https://www.mgm.gov.tr/genel/sss.aspx?s=hissedilensicaklik 08/03/17 14:21
Resim 4.16	156	dreamstime_m_25051512
Resim 4.17	157	dreamstime_m_14968248
Resim 4.18	159	dreamstime_m_19446652
Resim 4.20	164	dreamstime_m_27516542
Resim 4.21	168	dreamstime_m_23309227

Görsel Adı	Sayfa No	Görselin ID No
Resim 4.23	169	dreamstime_m_1343262
Resim 4.24	169	dreamstime_m_15001753
5.Ünite kapağı	177	dreamstme_m_2757189 dreamstime_m_33453556 dreamstime_m_39854327
Resim 5.1	178	dreamstime_m_49583388
Resim 5.2	178	dreamstime_m_21681960
Resim 5.3	179	http://www.maltepedevlet-hastanesi.gov.tr/Dosyalar/CKfinder/images/Birimler/AF%C4%B0S1.jpg 09/03/17 15:39
Resim 5.4	180	dreamstime_m_14593468
Resim 5.5	180	dreamstime_m_9712526
Şekil 5.2	183	dreamstime_m_54918770
Resim 5.6	185	dreamstime_m_51872890
Resim 5.7	186	dreamstime_m_77884731
Resim 5.8	187	dreamstime_m_5721027
Resim 5.9	188	dreamstime_m_14022337
Resim 5.10	188	dreamstime_m_6991702
Resim 5.11	189	dreamstime_m_34479528
Resim 5.12	189	dreamstime_m_ 27253602
Resim 5.13	190	dreamstime_m_3805378
Resim 5.14	191	dreamstime_m_22603834
Resim 5.15	192	dreamstime_m_5876469
Resim 5.16	193	dreamstime_m_60309309

Bilgi Kutusu: dreamstime_m_17217940, dreamstime_7_30777, dreamstime_7_85289, dreamstime_m_46947228 dreamstime_m_16720363, dreamstime_m_2495821

Bu kitap için oluşturulan görseller: 1.ünite kapağı, Resim1.13, Resim 1.15, Resim 1.17, Resim 1.18, Resim 1.19, Resim 1.20, , 2.ünite kapak görselleri, Şekil 2.1, Şekil 2.2, Şekil 2.3, Şekil 2.4, Şekil 2.5, Şekil 2.6, Şekil 2.7, Şekil 2.8, Şekil 2.9, Şekil 2.10, Şekil 2.11, Şekil 2.12, Şekil 2.15, Şekil 2.16, Şekil 2.17, Şekil 2.18, Şekil 2.19, Şekil 2.21 Şekil 2.22, Resim 2.4, Resim 2.5, Resim 2.9, Grafik 2.1, Grafik 2.2, Tablo 2.5, Tablo 2.7, Tablo 2.8, Tablo 2.9, Tablo 2.10, Tablo 2.11, Tablo 2.12, Tablo 2.15, Tablo 2.18, 3.ünite kapak görselleri, Resim 3.1, Resim 3.2, Resim 3.5, Şekil 3.2, Şekil 3 .3, Şekil 3.4 Şekil 3.5, Şekil 3.6 , Şekil 3.7, Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.13, Şekil 3.14, Şekil 3.15, Şekil 3.16, Şekil 3.17, Şekil 3.18, Şekil 3.22, Şekil 3.23, 4 Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4 /4.5, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13, Resim 4.19, Resim 4.22, Şekil 5.1, Şekil 5.2

Karekod kaynakçası: Kapak: http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=6890 1.ünite: http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=6891 2.ünite: http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=6892 3.ünite: http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=6893 4.ünite: http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=6894 5.ünite: http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=6895

Bu kitapta yer alan dreamstime ve shutterstock'a ait tüm görseller 02/06/.2017 - 09/02/2018 tarihleri arasında indirilmiştir.